



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Risicobeoordeling van blootstelling aan chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM

RIVM Rapport 2018-0167
W. ter Burg | N.G.M. Palmen |
L. Geraets | P.M.J. Bos



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Risicobeoordeling van blootstelling aan chrom-6 binnen het re-integratieproject tROM

RIVM Rapport 2018-0167

Colofon

© RIVM 2018

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2018-0167

W. ter Burg (deelonderzoeksleider), RIVM
N.G.M. Palmén (auteur), RIVM
L. Geraets (auteur), RIVM
P.M.J. Bos (auteur), RIVM

Contact:
Wouter ter Burg
VSP
Wouter.ter.burg@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de gemeente Tilburg, in het kader van het 'Gezondheidsonderzoek werkzaamheden met chroom-6 voor tROM Tilburg'.

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Voorwoord

Dit rapport maakt onderdeel uit van een serie van tien rapporten over het onderzoek naar chroom-6 bij tROM Tilburg. Dit rapport bevat geen afzonderlijke publiekssamenvatting. Een overkoepelende publiekssamenvatting van de tien rapporten is te vinden op de website van het RIVM:

'Chroom-6 bij het re-integratieproject tROM: gezondheidsrisico's en verantwoordelijkheden - Bevindingen uit het onderzoek op hoofdlijnen (RIVM Rapport 2018-0164)'.

Inhoudsopgave

Lijst met gebruikte terminologie — 9

Samenvatting — 11

1 Inleiding — 15

2 Methode van onderzoek — 19

- 2.1 De risicobeoordeling van chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM — 19
- 2.2 Expertgroep — 23

3 Input voor de risicobeoordeling — 25

- 3.1 Input vanuit de hazardbeoordeling — 25
- 3.2 Input vanuit de blootstellingsbeoordeling — 25
 - 3.2.1 Groep 1: Trajectbegeleiders en Management tROM — 27
 - 3.2.2 Groep 2: tROM-deelnemers en medewerkers gemeente administratie — 27
 - 3.2.3 Groep 3: tROM-deelnemers catering — 28
 - 3.2.4 Groep 4: tROM-deelnemers gewerkt aan trainen — 28
 - 3.2.5 Groep 5: tROM-deelnemers niet gewerkt aan trainen — 29
 - 3.2.6 Groep 6: Personen met incidentele aanwezigheid bij tROM — 29
- 3.3 Samenvatting blootstellingsinformatie voor risicobeoordeling — 30

4 Risicobeoordeling — 31

- 4.1 Longkanker — 32
 - 4.1.1 Achtergrondinformatie — 32
 - 4.1.2 Longkanker en blootstelling aan chroom-6 — 33
 - 4.1.3 Uitgangspunten voor risicobeoordeling van longkanker ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 35
 - 4.1.4 Risicobeoordeling voor longkanker — 35
 - 4.1.4.1 Categorieën A, B, C en groep 6 — 35
 - 4.2 Maagkanker — 36
 - 4.2.1 Achtergrondinformatie — 36
 - 4.2.2 Maagkanker en blootstelling aan chroom-6 — 36
 - 4.2.3 Uitgangspunten voor risicobeoordeling van maagkanker ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 37
 - 4.2.4 Risicobeoordeling voor maagkanker — 38
 - 4.2.4.1 Categorieën A, B, C en groep 6 — 38
 - 4.3 Neus/neusbijholtekanker — 39
 - 4.3.1 Achtergrondinformatie — 39
 - 4.3.2 Neus/neusbijholtekanker en blootstelling aan chroom-6 — 39
 - 4.3.3 Uitgangspunten voor risicobeoordeling van neus/neusbijholtekanker ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 40
 - 4.3.4 Risicobeoordeling voor neus/neusbijholtekanker — 40
 - 4.3.4.1 Categorieën A, B, C en groep 6 — 40
 - 4.4 Allergisch contacteczeem — 41
 - 4.4.1 Achtergrondinformatie — 41
 - 4.4.2 Allergisch contacteczeem en blootstelling aan chroom-6 — 42
 - 4.4.3 Uitgangspunten voor risicobeoordeling van allergisch contacteczeem ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 43

4.4.4	Risicobeoordeling voor allergisch contacteczeem — 44
4.4.4.1	Categorieën A, B en groep 6 — 44
4.4.4.2	Categorie C — 44
4.5	Allergisch astma en rhinitis — 45
4.5.1	Achtergrondinformatie — 45
4.5.2	Allergisch astma en rhinitis en blootstelling aan chroom-6 — 46
4.5.3	Uitgangspunten voor risicobeoordeling van allergisch astma en rhinitis ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 46
4.5.4	Risicobeoordeling voor allergisch astma en rhinitis — 46
4.5.4.1	Categorieën A, B en C — 46
4.5.4.2	Groep 6 — 46
4.6	Chronische longziekten — 47
4.6.1	Achtergrondinformatie — 47
4.6.2	Chronische longziekten en blootstelling aan chroom-6 — 48
4.6.3	Uitgangspunten voor risicobeoordeling van chronische longziekten ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 48
4.6.4	Risicobeoordeling voor chronische longziekten — 49
4.6.4.1	Categorie A — 49
4.6.4.2	Categorieën B en C — 49
4.6.4.3	Groep 6 — 50
4.7	Perforatie neustussenschot door chroomzweren — 50
4.7.1	Achtergrondinformatie — 50
4.7.2	Perforatie neustussenschot door chroomzweren en blootstelling aan chroom-6 — 51
4.7.3	Uitgangspunten voor risicobeoordeling van perforatie neustussenschot door chroomzweren ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 51
4.7.4	Risicobeoordeling voor perforatie neustussenschot door chroomzweren — 52
4.7.4.1	Categorieën A en B — 52
4.7.4.2	Categorie C — 52
4.7.4.3	Groep 6 — 52
4.8	Effecten op de fertiliteit — 53
4.8.1	Achtergrondinformatie — 53
4.8.2	Effecten op de fertiliteit en blootstelling aan chroom-6 — 53
4.8.3	Uitgangspunten voor risicobeoordeling van effecten op de fertiliteit ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 54
4.8.4	Risicobeoordeling voor effecten op de fertiliteit — 55
4.8.4.1	Categorieën A en B — 55
4.8.4.2	Categorie C — 55
4.8.4.3	Groep 6 — 56
4.9	Effecten op de prenatale ontwikkeling — 56
4.9.1	Achtergrondinformatie — 56
4.9.2	Effecten op de prenatale ontwikkeling en blootstelling aan chroom-6 — 56
4.9.3	Uitgangspunten voor risicobeoordeling van effecten op de prenatale ontwikkeling ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie — 57
4.9.4	Risicobeoordeling voor effecten op de prenatale ontwikkeling — 58
4.9.4.1	Categorieën A, B en groep 6 — 58
4.9.4.2	Categorie C — 59
5	Discussie en conclusies — 61
5.1	Algemeen — 61

5.2	Discussie van de risicobeoordeling binnen het re-integratieproject tROM — 61
5.2.1	Variatie in werkduur — 62
5.2.2	Interpretatie van de conclusies — 63
5.2.3	Discussie per relevant gezondheidseffect — 63
5.3	Slotconclusies — 67
6	Dankwoord — 69
7	Referenties — 71
8	Bijlage A: Selectie van de uitgangswaarden van de blootstelling ten behoeve van de risicobeoordeling van chroom-6 — 77
9	Bijlage B: Samenstelling expertgroep — 83

Lijst met gebruikte terminologie

Arbeidsanamnese:

Het onderzoek naar alle aspecten van de kwaliteit van de arbeid: arbeidsinhoud, arbeidstijden, arbeidsomstandigheden (fysische, chemische en biologische factoren), arbeidsverhoudingen en arbeidsvoorwaarden. Tevens wordt de interactie van de kwaliteit van arbeid met de gezondheid van de werknemer onderzocht. Hierbij kan de relatie zowel causaal (arbeid als oorzaak) als conditioneel zijn (arbeid is geen oorzaak, maar gezondheidsprobleem heeft gevolgen in de werksituatie of voor de arbeidsgeschiktheid).

Kwalitatieve blootstelling:

Kwalitatieve resultaten van blootstelling worden weergegeven in woorden, bijvoorbeeld het is wel of niet mogelijk dat blootstelling via de huid is opgetreden. De hoogte van de blootstelling kan niet in cijfers worden weergegeven.

Kwalitatieve risicobeoordeling:

Bij een kwalitatieve risicobeoordeling worden de resultaten weergegeven in woorden. De waarschijnlijkheid dat een relevant geacht gezondheidseffect is opgetreden wordt beschreven en ingedeeld in een aantal categorieën. De kans dat een effect optreedt, kan niet in cijfers worden weergegeven.

Relevante gezondheidseffecten:

Schadelijke gezondheidseffecten waarvoor in de literatuur aanwijzingen zijn gevonden dat er een relatie is met blootstelling aan chroom-6. Deze zijn vastgesteld tijdens een workshop met experts op het gebied van de toxicologie, klinische arbeidsgeneeskunde, toxicologische risicobeoordeling en arbeidsepidemiologie.

Semi-kwantitatieve blootstelling:

De semi-kwantitatieve schatting van de blootstelling is gebaseerd op de duur van de taken met mogelijke blootstelling, de intensiteit (hoogte) van deze taakblootstelling en de getroffen beheersmaatregelen. De waarde voor de intensiteit van de blootstelling is gebaseerd op een lognormale verdeling; voor de overige variabelen geldt een inschaling op basis van bekende protectiefactoren en factoren vastgesteld aan de hand van de geschatte tijdsbesteding per dag. Met behulp van een algoritme is vervolgens de blootstelling (dimensieloos) geschat voor een werkdag.

Samenvatting

De gemeente Tilburg heeft het RIVM gevraagd te onderzoeken wat de mogelijke effecten voor de gezondheid zijn na blootstelling aan chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM (Tilburgse en Regionale bedrijven Ondernemen Maatschappelijk). Binnen het re-integratieproject tROM waren trajectbegeleiders van de gemeente Tilburg, tROM-deelnemers, en ander personeel van onder andere de gemeente Tilburg, NedTrain en het Nederlands Spoorwegmuseum werkzaam. De primaire onderzoeksvraag in het huidige onderzoek luidde: *'Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?'*

Rapportages van twee eerder uitgevoerde onderzoeken vormden de basis voor de risicobeoordeling; één onderzoek naar schadelijke gezondheidseffecten van chroom-6 (uitgevoerd ten behoeve van de POMS-sites van Defensie), en één naar de blootstellingsomstandigheden op de tROM-locatie. In het eerste onderzoek zijn de volgende relevante gezondheidseffecten vastgesteld waarvoor op basis van de literatuur een causale relatie met blootstelling aan chroom-6 is vastgesteld: longkanker, maagkanker, neus/neusbijholtekanker, allergisch contacteczeem, allergisch astma en rhinitis, chronische longziekten, perforatie van het neustussenschot door chroomzweren, effecten op de fertiliteit, en effecten op de prenatale ontwikkeling.

In het tweede onderzoek is de blootstelling op de tROM-locatie in kaart gebracht. Op basis van werkzaamheden en betrokkenheid zijn zes groepen personen onderscheiden. Binnen elke groep bestonden grote verschillen in uitgevoerde werkzaamheden tussen personen, en ook van dag tot dag, waardoor ook de blootstelling binnen een groep niet hetzelfde was. Daarom zijn 25 scenario's beschreven die zijn vastgesteld op basis van realistische takenpakketten voor een werkdag. De tijd dat men voor het tROM-project werkte, varieerde in grote mate. De risicobeoordeling is daarom uitgevoerd voor duren van enkele dagen, weken, maanden of een jaar of langer.

De inhalatieblootstelling is semi-kwantitatief geschat, op basis waarvan de scenario's relatief gerangschikt konden worden; de dermale en orale blootstelling zijn alleen kwalitatief gekarakteriseerd. Metingen van de stof en chroom-6 blootstelling waren niet voorhanden, waardoor de semi-kwantitatieve schattingen niet gekalibreerd konden worden en er geen bruikbare kwantitatieve blootstellingschatting is voor de risicobeoordeling. De scenario's konden op basis van de inhalatieblootstelling worden ondergebracht in vier categorieën met afnemende blootstelling: A) mogelijk directe blootstelling aan chroom-6 (door het werken aan treinen); B) aannemelijke achtergrondblootstelling aan chroom-6 tijdens een werkdag (indirecte blootstelling door werkzaamheden in de nabijheid van werkzaamheden aan treinen); C) mogelijk kortdurende achtergrondblootstelling aan chroom-6 tijdens een werkdag (indirecte blootstelling door korte aanwezigheid in de treinloods), en D) verwaarloosbaar geachte blootstelling aan chroom-6.

Een aparte groep werd gevormd door ander personeel die incidenteel werkzaamheden bij tROM hebben uitgevoerd of het tROM-project hebben bezocht.

Indien blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden kan een gezondheidseffect optreden. Het hangt dan van de blootstellingsomstandigheden af hoe (on)waarschijnlijk het is dat het gezondheidseffect kan optreden. De risicobeoordeling voor een gezondheidseffect omvat als mogelijke conclusies:

- het is waarschijnlijk dat het gezondheidseffect kan optreden;
- de waarschijnlijkheid dat het gezondheidseffect onder de gegeven blootstellingscondities kan optreden ligt tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk in;
- het is onwaarschijnlijk dat het gezondheidseffect kan optreden;
- ingeval de informatie te onzeker was voor een vergelijking tussen blootstelling en toxicologische informatie werd geconcludeerd dat er geen uitspraak gedaan kan worden.

Voor de categorie D, waarbij er geen of verwaarloosbare blootstelling was, werd geconcludeerd dat het gezondheidseffect niet kan optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie. Voor de overige categorieën A, B, C en voor de incidenteel blootgestelde werkers was er blootstelling en vervolgens, bij voldoende informatie, is beoordeeld hoe waarschijnlijk het is dat de gegeven blootstellingscondities het gezondheidseffect kan veroorzaken. De uitspraken zeggen niets over de kans dat een individu een gezondheidseffect krijgt.

Voor longkanker, maagkanker en neus/neusbijholtekanker wordt geconcludeerd dat voor alle beoordeelde groepen met mogelijke blootstelling aan chroom-6 het waarschijnlijk is dat deze gezondheidseffecten kunnen optreden.

Voor allergisch contacteczeem wordt geconcludeerd dat voor de categorieën A, B en voor groep 6, het waarschijnlijk is dat allergisch contacteczeem kan optreden; voor categorie C is het onwaarschijnlijk dat allergisch contacteczeem kan optreden.

Voor allergisch astma en allergische rhinitis wordt voor alle categorieën met mogelijke blootstelling geconcludeerd dat het waarschijnlijk is dat deze gezondheidseffecten kunnen optreden. Deze conclusie geldt ook voor groep 6, scenario 1 'werkvloer technisch werk (lassen)'. Voor groep 6, scenario 2 'werkvloer inspectie en bezoek' ligt het tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk in dat deze gezondheidseffecten kunnen optreden.

Het is waarschijnlijk dat chronische longziekten kunnen optreden wanneer er een directe inhalatieblootstelling plaatsvond tijdens de werkzaamheden (categorie A), gedurende een blootstellingsduur van een jaar of langer. Voor categorieën B en C kan voor een blootstellingsduur van een jaar of langer geen uitspraak worden gedaan. Voor werkduren korter dan een jaar wordt geconcludeerd dat het onwaarschijnlijk is dat chronische longziekten kunnen optreden.

Het is waarschijnlijk dat neusperforatie door chroomzweren kan optreden wanneer er directe of indirecte inhalatieblootstelling plaatsvond tijdens de werkzaamheden (categorieën A en B) bij werkduren van enkele maanden of langer. Bij kortere werkduren ligt dit tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk in. Voor groep 6 geldt ook dat de waarschijnlijkheid tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk in ligt vanwege de incidentele blootstelling. Voor categorie C is het onwaarschijnlijk dat neusperforatie door chroomzweren kan optreden.

Voor effecten op de fertiliteit en effecten op de ongeboren vrucht kan geen uitspraak worden gedaan over de vraag of de blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie deze gezondheidseffecten kan veroorzaken. Vooral de onzekerheid over de hoogte van de blootstellingsconcentratie tijdens de werkzaamheden speelt hierin een rol. Wel kan worden geconcludeerd dat bij een blootstellingsduur van enkele dagen het onwaarschijnlijk is dat effecten op de fertiliteit kunnen optreden.

De risicobeoordeling is uitgevoerd voor categorieën van blootstelling voor verschillende werkduren. Opgemerkt wordt dat tROM-deelnemers van dag tot dag konden wisselen zowel tussen als binnen groepen, en dat de blootstelling niet meer per individu is vast te stellen. Of een individu op de tROM-locatie ook daadwerkelijk een gezondheidseffect ontwikkelt, hangt bovendien van meer factoren af dan alleen van blootstelling aan chroom-6. Dan spelen onder andere ook blootstelling aan andere stoffen, verschillen in leefstijl en interindividuele verschillen in gevoeligheid voor een gezondheidseffect een rol.

1 Inleiding

De door de gemeente Tilburg ingestelde onafhankelijke onderzoekscommissie heeft het RIVM gevraagd om binnen het re-integratieproject tROM (Tilburgse en Regionale bedrijven Ondernemen Maatschappelijk) te onderzoeken wat de mogelijke effecten voor de gezondheid zijn na mogelijke blootstelling aan chroom-6 tijdens de werkzaamheden. Binnen het re-integratieproject tROM waren trajectbegeleiders van de gemeente Tilburg, tROM-deelnemers, en/of personeel van onder andere de gemeente Tilburg, NedTrain en het Nederlands Spoorwegmuseum werkzaam. De laatste groep was alleen incidenteel op de tROM-locatie aanwezig.

In de periode 2004-2010 zijn in het kader van het re-integratieproject tROM, een sociaal werkgelegenheidsproject, museumtreinen geschuurd. In de verflagen afkomstig van deze treinen is chroom-6 aanwezig, waaraan men kan zijn blootgesteld tijdens werkzaamheden aan deze treinen (IRAS, 2018b).

De huidige rapportage betreft de risicobeoordeling: namelijk de beoordeling of de blootstelling aan chroom-6, zoals die tijdens de werkzaamheden aan de museumtreinen heeft plaatsgevonden, relevante gezondheidseffecten (zie lijst met gebruikte terminologie) kan veroorzaken. De trajectbegeleiders, tROM-deelnemers en anderen werkzaam binnen het re-integratieproject tROM zijn zeer waarschijnlijk ook aan andere gevaarlijke stoffen blootgesteld. Het huidige onderzoek omvat echter geen beoordeling van de algehele arbeidssituatie ten tijde van het re-integratieproject tROM.

Het risico op een gezondheidseffect wordt bepaald door de blootstelling aan een stof en de gevaareigenschappen van die stof. Om dit risico te kunnen kwantificeren is kwantitatieve informatie nodig over de relatie tussen het blootstellingspatroon (route van blootstelling, concentratie of intensiteit, frequentie en duur van blootstelling) en de mate waarin het gezondheidseffect optreedt. Voor de risicobeoordeling van blootstelling aan chroom-6 is een stapsgewijze aanpak gevolgd waarbij de volgende vragen zijn gesteld:

1. Welke gezondheidseffecten kan blootstelling aan chroom-6 veroorzaken?
2. Wat is de blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie geweest?
3. Kan de blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie gezondheidseffecten veroorzaken?
4. Indien blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie een gezondheidseffect kan veroorzaken, in welke mate kan dat gezondheidseffect dan tot uitdrukking komen?

De eerste onderzoeksvraag is recent onderzocht in het kader van het onderzoek naar chroom-6-blootstelling op de POMS-sites van Defensie (RIVM Rapporten 2018-0053 en 2018-0166). Hierin is op basis van alle beschikbare literatuur een overzicht gemaakt van gezondheidseffecten die door chroom-6 kunnen worden veroorzaakt. Deze effecten worden in

deze risicobeoordeling samengevat onder de term relevante gezondheidseffecten, en zijn vermeld in paragraaf 3.1.

De tweede vraag was onderwerp van het deelonderzoek 'Blootstelling aan chroom-6 bij het project tROM (2004-2010)' en brengt voor trajectbegeleiders, tROM-deelnemers en anderen werkzaam binnen het re-integratieproject tROM de blootstelling aan chroom-6 in kaart. Informatie met betrekking tot de periode dat men werkzaam was op de tROM-locatie is afkomstig uit (cliënten)dossiers van de gemeente Tilburg. Een korte beschrijving is opgenomen in paragraaf 3.2.

Vragen 3 en 4 zijn onderwerp van het huidige onderzoek. Voor de beantwoording van vraag 3 is voor elk van de relevante gezondheidseffecten nagegaan of de blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie dit gezondheidseffect kan veroorzaken. Om een risicobeoordeling op groepsniveau te kunnen maken is het noodzakelijk om de trajectbegeleiders, tROM-deelnemers en anderen werkzaam binnen het re-integratieproject tROM in te delen in groepen van personen met vergelijkbare blootstelling binnen elke groep. Op basis van werkzaamheden en betrokkenheid zijn zes groepen personen onderscheiden. Binnen elke groep bestonden grote verschillen in uitgevoerde werkzaamheden tussen personen, en ook van dag tot dag, waardoor ook de blootstelling binnen een groep niet hetzelfde was. Voor iedere groep zijn worst-case blootstellingsscenario's geïdentificeerd, zogenoemde groep-scenariocombinaties. Voor elke groep-scenariocombinatie is de blootstelling als gevolg van uitgevoerde taken op een realistisch geachte werkdag beoordeeld (IRAS, 2018b). Bij trajectbegeleiders en tROM-deelnemers is een grote variatie in de tijd die men werkzaam is geweest bij tROM. Daarom is er in de risicobeoordeling voor gekozen om uitspraken te doen voor meerdere blootstellingsduren, uitgaande van dagelijkse blootstelling volgens het beschreven blootstellingsscenario. Het risico op een relevant gezondheidseffect is vervolgens beoordeeld voor iedere groep-scenariocombinatie voor deze blootstellingsduren.

Beantwoording van vraag 4 is op basis van de gegevens over de blootstelling niet mogelijk. Naast het feit dat de werkzaamheden per persoon per dag konden verschillen en dus geen groep met gelijke blootstellingscondities definieerbaar is, ontbreekt het ook aan kwantitatieve gegevens over de blootstelling (zie paragraaf 3.2 en Bijlage A). Daarnaast is niet voor ieder relevant gezondheidseffect goede, kwantitatieve informatie beschikbaar (zie hoofdstuk 4).

De risicobeoordeling in dit rapport, zoals hierboven beschreven, geeft een kwalitatieve beoordeling. Deze beoordeling geeft per groep-scenariocombinatie voor meerdere blootstellingsduren aan hoe waarschijnlijk het is dat de blootstelling aan chroom-6 een relevant gezondheidseffect kan veroorzaken.

De primaire onderzoeksvraag die in het onderhavige onderzoek is beantwoord luidt dan ook:

'Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?'

Op basis van de verkregen informatie, kan geen uitspraak worden gedaan voor individuen, omdat niet bekend is hoe vaak en hoe lang men specifieke taken heeft verricht tijdens hun werkzaamheden en dit niet voor iedereen gelijk was. Bovendien hangt dit ook af van andere factoren, zoals verschillen in leefstijl en interindividuele verschillen in gevoeligheid voor een gezondheidseffect. Deze aanvullende informatie kan worden verzameld in een individuele arbeidsanamnese om tot een individuele risicobeoordeling te kunnen komen. Andere factoren dan blootstelling aan chroom-6 vallen buiten het bestek van het huidige onderzoek.

De wijze waarop de risicobeoordeling voor chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM is uitgevoerd wordt in hoofdstuk 2 beschreven. In hoofdstuk 3 worden de voor de risicobeoordeling belangrijke uitgangspunten beschreven van de relevante gezondheidseffecten van chroom-6 en de blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locaties. De risicobeoordeling, inclusief onderbouwing, wordt per relevant gezondheidseffect voor ieder te onderscheiden scenario binnen een groep beschreven in hoofdstuk 4. De onderzoeksresultaten worden in breder perspectief geplaatst in hoofdstuk 5. Hierin worden ook de onzekerheden van de risicobeoordeling benoemd.

2 Methode van onderzoek

2.1 De risicobeoordeling van chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM

Voor de risicobeoordeling is zowel informatie nodig over de blootstelling binnen het re-integratieproject tROM aan chroom-6 tijdens werkzaamheden, als informatie over chroom-6-gerelateerde gezondheidseffecten. Wat betreft het blootstellingspatroon gaat het dan om informatie over blootstellingsroutes (inademing, via de huid en oraal), de blootstellingsintensiteit (concentratie, hoeveelheid op de huid), blootstellingsfrequentie en -duur, technische beheersmaatregelen (maatregelen om de blootstelling in een ruimte te beheersen, bijvoorbeeld afzuiging) en het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (bijvoorbeeld adembescherming). Welke van deze blootstellingsparameters belangrijk is, kan variëren voor de verschillende relevante gezondheidseffecten. Relevante gezondheidseffecten zijn gezondheidseffecten waarvoor een causale relatie met chroom-6 is vastgesteld of waarvoor chroom-6 verdacht wordt deze te veroorzaken, zoals voor maagkanker (zie paragraaf 3.1 van het huidige rapport, en RIVM Rapporten 2018-0053 en 2018-0166).

Om de risico's te kunnen beoordelen, is het van belang om informatie te hebben over hoe het ontstaan van deze relevante gezondheidseffecten gerelateerd is aan de intensiteit, frequentie, duur en route van blootstelling.

In het huidige onderzoek wordt de vraag beantwoord of de relevante gezondheidseffecten kunnen ontstaan als gevolg van de blootstelling aan chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM. Hiervoor zijn de gezondheidseffecten ingedeeld in effecten zonder drempelwaarde of effecten met drempelwaarde.¹ Aanvullend is voor het huidige onderzoek in de literatuur (met als startpunt het bovengenoemde RIVM-rapport) gezocht naar kwantitatieve informatie om te kunnen beoordelen onder welke blootstellingsomstandigheden voor chroom-6 een relevant gezondheidseffect kan ontstaan, met daarbij focus op kortdurende blootstellingsomstandigheden.

De blootstelling aan chroom-6 van trajectbegeleiders, tROM-deelnemers en anderen werkzaam binnen tROM is in kaart gebracht tijdens het deelonderzoek 'Blootstelling aan chroom-6 bij het project tROM 2004-2010' (IRAS, 2018b). In het blootstellingsonderzoek zijn zes groepen onderscheiden waarvoor op basis van realistische takenpakketten 25 (worstcase)scenario's uitgewerkt zijn voor een werkdag (zie paragraaf 3.2 voor meer details):

¹ Effecten zonder drempelwaarde zijn effecten waarvoor op basis van de huidige wetenschappelijke inzichten geen veilig blootstellingsniveau aangegeven kan worden waaronder het gezondheidseffect niet optreedt. Voor effecten met drempelwaarde kan wel een blootstellingsniveau worden aangegeven waaronder het onwaarschijnlijk is dat het effect kan optreden.

1. Trajectbegeleiders en Management tROM (4 scenario's).
2. tROM-deelnemers en medewerkers Gemeente administratie (2 scenario's).
3. tROM-deelnemers catering (inclusief schoonmaken; 2 scenario's).
4. tROM-deelnemers gewerkt aan treinen (12 scenario's).
5. tROM-deelnemers niet gewerkt aan treinen (2 scenario's).
6. Personen met incidentele aanwezigheid bij tROM (medewerkers NedTrain, gemeente Tilburg, Nederlands Spoorwegmuseum; 3 scenario's).

Om een risicobeoordeling op te stellen is het, zoals hierboven al aangegeven, belangrijk om te weten onder welke blootstellingsomstandigheden men het werk heeft gedaan. De beschikbare blootstellingsinformatie over het werk binnen het tROM-project is beperkt in de zin dat de blootstelling niet kwantificeerbaar was. Op de tROM-locatie zijn geen chroom-6-metingen uitgevoerd, er was beperkte informatie over de samenstelling van de gebruikte verven op de museumtreinen, en kon alleen achteraf bij bewerkte treinen worden vastgesteld wat de concentratie chroom was in stof verkregen door schuren.

De tROM-deelnemers bij tROM konden wisselen van groep of van scenario binnen een groep. De zes genoemde groepen moeten daarom niet worden gezien als vaste populaties. Het is niet bekend hoe lang in totaal en hoeveel dagen achter elkaar individuen een bepaalde taak uitvoerden. Wel is informatie van de gemeente Tilburg beschikbaar over het totale aantal dagen dat individuen op de tROM-locatie werkzaamheden hebben verricht. De informatie over de blootstellingsbeoordeling en de werkduur per groep-scenariocombinatie ten behoeve van de risicobeoordeling is opgenomen in paragraaf 3.2 en Bijlage A.

Om de vraag te beantwoorden of de blootstelling aan chroom-6 tijdens werkzaamheden binnen het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken, is in dit deelonderzoek een risicobeoordeling uitgevoerd voor iedere groep-scenariocombinatie. De risicobeoordeling gaat uit van worst-case aannames over het blootstellingspatroon, waarbij de blootstellingsduur (i.e. het aantal blootgestelde dagen) van het betreffende scenario leidend is. Omdat, zoals hierboven aangegeven, er geen informatie beschikbaar is over het aantal dagen dat aan een bepaalde taak gewerkt is, wordt voor elke groep-scenariocombinatie het risico op het te beoordelen gezondheidseffect beoordeeld voor blootstelling gedurende enkele dagen, enkele weken, enkele maanden en een jaar of langer. Daarbij is nagegaan hoe waarschijnlijk het is dat het betreffende gezondheidseffect kan optreden als gevolg van de blootstelling aan chroom-6 tijdens het werk bij tROM.

Voor elk relevant gezondheidseffect is nagegaan welke blootstellingsroute en blootstellingsparameter(s) bepalend zijn voor het kunnen optreden van dat gezondheidseffect. Dit zijn de 'uitgangspunten voor de risicobeoordeling' voor het betreffende gezondheidseffect en deze zijn beschreven in hoofdstuk 4. Om de mate van ernst te kunnen duiden, zijn zowel kwantitatieve gegevens nodig over de relatie tussen de blootstelling aan chroom-6 en het gezondheidseffect uit de literatuur, en zijn kwantitatieve blootstellingsgegevens voor het re-integratieproject tROM nodig. Voor de tROM-locatie zijn er geen kwantitatieve

blootstellingsgegevens beschikbaar. Daarom was het niet mogelijk een kwantitatieve risicobeoordeling uit te voeren.

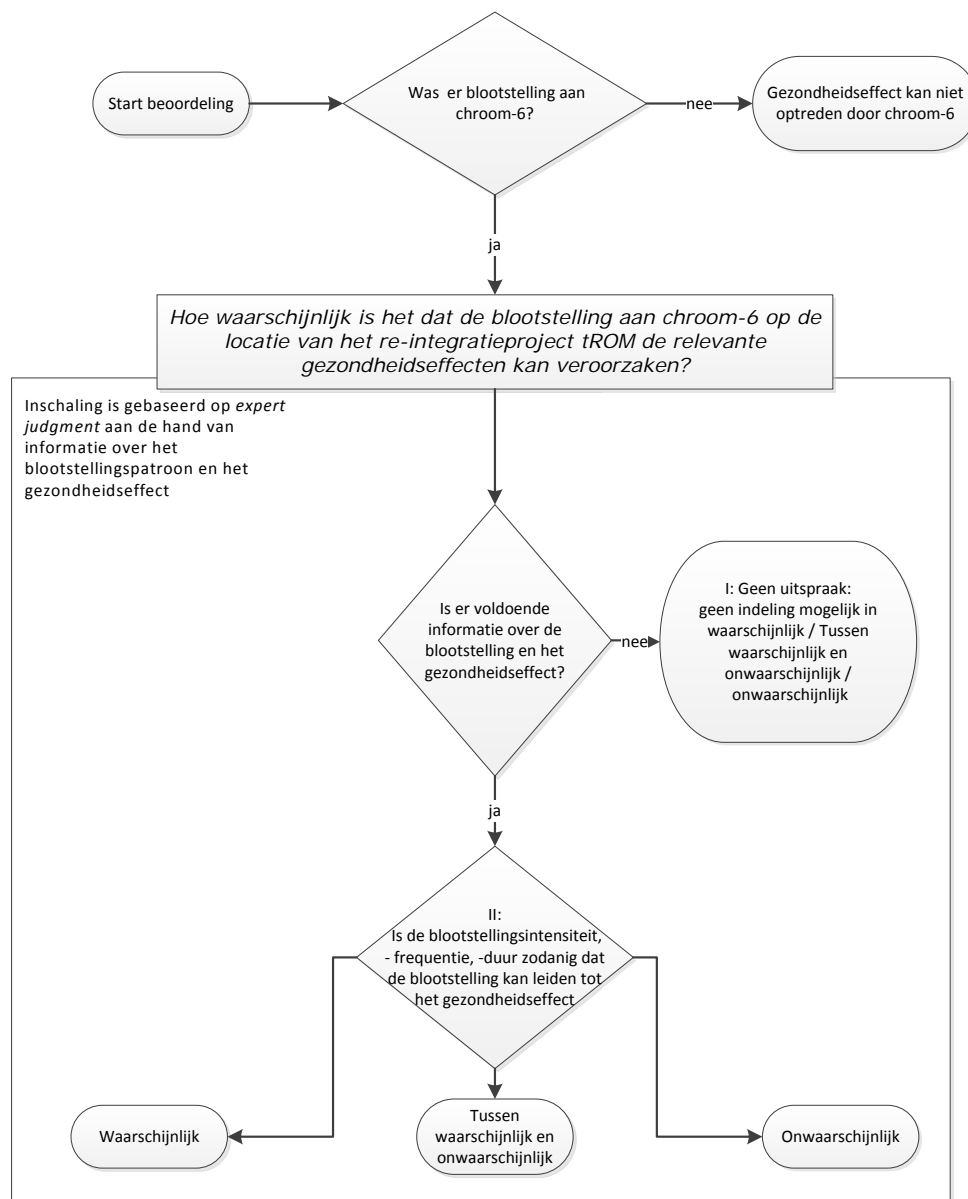
De blootstellingsinformatie per groep-scenariocombinatie is semi-kwantitatief (inhalatie) of kwalitatief (oraal/dermaal) van aard. Voor ieder relevant gezondheidseffect is aan de hand van een specifiek blootstellingspatroon, zoals beschreven voor een groep-scenariocombinatie, beoordeeld of die blootstelling zodanig was dat deze dit gezondheidseffect kan veroorzaken. Het gaat hierbij om een kwalitatieve beoordeling waarbij geen uitspraak kan worden gedaan over de ernst of incidentie van dat gezondheidseffect. Met andere woorden, de uitspraken geven geen indicatie over de kans dat een gezondheidseffect optreedt. De waarschijnlijkheid dat een relevant gezondheidseffect kan optreden is voor iedere groep-scenariocombinatie beoordeeld en afgestemd met de expertgroep (zie paragraaf 2.2). In dit proces werden de volgende stappen doorlopen (zie ook Figuur 1):

- Er is geen of een verwaarloosbare blootstelling aan chroom-6 als gevolg van de werkzaamheden op de tROM-locatie. Dit betekent dat het gezondheidseffect niet kan optreden als gevolg van chroom-6 blootstelling op de tROM-locatie.
- Er is wel blootstelling geweest aan chroom-6 als gevolg van de werkzaamheden op de tROM-locatie. In dat geval is beoordeeld hoe waarschijnlijk het is dat de blootstellingscondities op de tROM-locatie zodanig waren, dat deze de relevante gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. Hierbij wordt opgemerkt dat de beoordeling per type gezondheidseffect kan verschillen. Afhankelijk van de beschikbare informatie over de blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie, en de informatie in de literatuur over de relatie tussen chroom-6-blootstelling en het optreden van relevante gezondheidseffecten, worden twee situaties onderscheiden:
 - I. Er is *onvoldoende informatie*, waardoor de vergelijking van het blootstellingspatroon (in termen van blootstellingsintensiteit, -frequentie, en -duur) en de beschikbare informatie over relevante gezondheidseffecten niet gemaakt kan worden. In dat geval kan geen uitspraak² worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat het gezondheidseffect kan optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie. Afhankelijk van het type gezondheidseffect kan de onderliggende reden waarom er geen uitspraak gedaan kan worden, verschillen. Dit wordt per gezondheidseffect beschreven in hoofdstuk 4.
 - II. Er is *voldoende informatie*, waardoor het blootstellingspatroon op de tROM-locatie en de beschikbare informatie over de relevante gezondheidseffecten wél met elkaar vergeleken kunnen worden. Dan wordt één van de volgende uitspraken gedaan:
 - het is waarschijnlijk dat het gezondheidseffect onder de gegeven blootstellingscondities kan optreden;

² In het geval dat er geen uitspraak gedaan kan worden over de waarschijnlijkheid, betekent dit concreet dat het of waarschijnlijk, of tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk, of onwaarschijnlijk is dat het gezondheidseffect kan optreden.

- de waarschijnlijkheid dat het gezondheidseffect onder de gegeven blootstellingscondities kan optreden ligt tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk in;
- het is onwaarschijnlijk dat het gezondheidseffect onder de gegeven blootstellingscondities kan optreden.

In het geval dat er blootstelling is geweest, bestaat er altijd een kans dat een relevant gezondheidseffect kan optreden. Deze kans kan heel klein zijn, ondanks de conclusie dat het waarschijnlijk is dat gegeven de blootstellingscondities een gezondheidseffect kan optreden. Zie voor interpretatie van de conclusies paragraaf 5.2.2.



Figuur 1: Stroomschema van het stapsgewijze risicobeoordelingsproces van blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM.

2.2 Expertgroep

Voor de kwalitatieve risicobeoordeling is gekozen voor een stapsgewijze benadering onder begeleiding van een 'expertgroep risicobeoordeling'. Het doel van de expertgroep was adviseren tijdens het proces van risicobeoordeling.

De 'expertgroep risicobeoordeling' bestond uit deskundigen van binnen en buiten het RIVM op het gebied van klinische arbeidsgeneeskunde, longziekten, reproductietoxicologie, toxicologie en toxicologische risicobeoordeling. De samenstelling van deze expertgroep is gegeven in Bijlage B. Tijdens een plenaire bijeenkomst van deze expertgroep werd de door de onderzoekers aangeleverde informatie over werkingsmechanisme, literatuur over chroom-6 gemedieerde relevante gezondheidseffecten, en uitgangspunten voor de risicobeoordeling met betrekking tot de relevant gezondheidseffecten beoordeeld. Dit werd gedaan voor alle relevante gezondheidseffecten. Vervolgens is op basis van de door de onderzoekers aangeleverde informatie beoordeeld hoe waarschijnlijk het is dat de blootstelling aan chroom-6 tijdens werkzaamheden bij tROM deze gezondheidseffecten kan veroorzaken. Een conceptrapportage is in een latere fase ter toetsing aan de expertgroep voorgelegd.

3 Input voor de risicobeoordeling

3.1 Input vanuit de hazardbeoordeling

Recent is door het RIVM op basis van een literatuuronderzoek een overzicht gemaakt van gezondheidseffecten waarvoor, op basis van expert judgement, is beoordeeld of een causale relatie met blootstelling aan chroom-6 kan worden vastgesteld. Deze rapportage is al gepubliceerd (RIVM Rapporten 2018-0053 en 2018-0166).

In de huidige rapportage is een risicobeoordeling uitgevoerd voor de gezondheidseffecten die door chroom-6 **kunnen** worden veroorzaakt of waarvoor chroom-6 **verdacht** wordt deze te kunnen veroorzaken. Dit worden de relevante gezondheidseffecten genoemd.

Het betreft:

- longkanker;
- neuskanker en neusbijholtekanker;
- chroom-6 gerelateerd allergisch contacteczeem;
- chroom-6 gerelateerd allergisch astma en allergische rhinitis;
- chronische longziekten;
- perforatie van het neustussenschot door chroomzweren;
- maagkanker;
- effecten op de fertiliteit;
- effecten op de prenatale ontwikkeling.

Het is bekend dat chroom-6 nadelige effecten kan veroorzaken op het afweersysteem. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld aandoeningen zoals allergisch contacteczeem en allergische astma ontstaan na chroom-6 blootstelling. In het bovengenoemde RIVM-onderzoek is verder onderzocht of chroom-6 ook andere aandoeningen van het afweersysteem zou kunnen veroorzaken. Op basis van de huidige wetenschappelijke kennis is geconcludeerd dat chroom-6 wel effecten kan hebben op het afweersysteem, maar dat er geen bewijs is dat hierdoor ook irreversibele aandoeningen, zoals auto-immuunziekten, kunnen ontstaan bij mensen (RIVM Rapporten 2018-0053 en 2018-0166). Het RIVM heeft daarom deze aandoeningen niet meegenomen in de huidige risicobeoordeling.

3.2 Input vanuit de blootstellingsbeoordeling

In Bijlage A zijn de uitgangspunten van de blootstellingsbeoordeling gepresenteerd zoals vastgesteld in een gezamenlijk overleg tussen de blootstellingsbeoordelaars, de projectleiding en de risicobeoordelaars. Deze uitgangspunten vormen de basis voor deze risicobeoordeling van chroom-6.

Blootstelling aan chroom-6 voor trajectbegeleiders, tROM-deelnemers en anderen werkzaam binnen het tROM-project is in kaart gebracht voor de periode 2004-2010. Het is niet mogelijk gebleken om functiegroepen te maken omdat per dag werd bepaald welke werkzaamheden iemand deed, afhankelijk van voorkeur en vaardigheden. Dit had tot gevolg dat er in

het algemeen niets te zeggen is over wanneer iemand welke taken uitvoerde. Wel was het mogelijk zes groepen te onderscheiden, te weten:

- 1: Trajectbegeleiders en Management tROM (4 scenario's).
- 2: tROM-deelnemers en medewerkers Gemeente administratie (2 scenario's).
- 3: tROM-deelnemers catering (inclusief schoonmaken; 2 scenario's).
- 4: tROM-deelnemers gewerkt aan treinen (12 scenario's).
- 5: tROM-deelnemers niet gewerkt aan treinen (2 scenario's).
- 6: Personen met incidentele aanwezigheid bij tROM (medewerkers NedTrain, gemeente Tilburg, Nederlands Spoorwegmuseum (NSM); 3 scenario's).

Voor elk van deze groepen zijn meerdere dagscenario's opgesteld (zie paragraaf 3.2.1 tot en met 3.2.6). Deze groep-scenariocombinaties bevatten realistische takenpakketten en zijn gebaseerd op basis van interviews uitgevoerd tijdens het blootstellingsonderzoek en documenten beschikbaar gesteld door de gemeente Tilburg (IRAS, 2018b). De risicobeoordeling is uitgevoerd voor iedere groep-scenariocombinatie, waarbij een uitspraak is gedaan voor een aantal blootstellingsduren (zie hoofdstuk 2). Voor individuele tROM-deelnemers geldt dat er werd gewisseld tussen scenario's binnen een groep, maar ook tussen groepen.

Per groep-scenariocombinatie is voor wat betreft de inhalatieblootstelling aan chroom-6 vastgesteld of sprake was van mogelijke directe blootstelling, aannemelijke achtergrondblootstelling (indirect), mogelijk kortdurende achtergrondblootstelling aan chroom-6 tijdens een werkdag (indirecte blootstelling), of verwaarloosbaar geachte blootstelling. De term directe blootstelling duidt op blootstelling als gevolg van werkzaamheden waarbij chroom-6 vrij kon komen. Daarnaast is de relatieve mate van inhalatieblootstelling (semi-kwantitatief) beoordeeld. Deze relatieve getallen zijn vastgesteld op basis van de frequentie en duur van taken met blootstelling op een werkdag, de intensiteit van deze taakblootstelling en de mate van beheersing van de blootstelling. Met behulp van een algoritme is de mate van blootstelling geschat (dimensieloos) (IRAS, 2018b). De geschatte blootstellingen kunnen onderling worden vergeleken, maar geven geen absolute blootstellingsconcentraties.

De dermale blootstelling is kwalitatief vastgesteld voor ieder scenario, waarbij onderscheid is gemaakt tussen mogelijke directe blootstelling als gevolg van eigen activiteiten, mogelijke indirecte blootstelling door contact met vervuilde oppervlakken of verwaarloosbare huidblootstelling. De orale blootstelling is eveneens kwalitatief vastgesteld per scenario waarbij onderscheid is gemaakt tussen mogelijke orale blootstelling via hand-mondcontact en verwaarloosbare orale blootstelling. Daarnaast is orale blootstelling mogelijk via secundaire ingestie (inslikken van opgehoest slijm) voor alle scenario's met inhalatieblootstelling.

Naast informatie over de blootstelling per dag is informatie beschikbaar over het netto aantal gewerkte dagen bij tROM van 786 tROM-deelnemers volgens cliëntendossiers van de gemeente Tilburg. Dit betreft de hele periode van het re-integratieproject tROM van 2004-2012. Het netto aantal gewerkte dagen is de periode van inschrijving minus de vrije dagen, verlofdagen, ziekte-dagen en andere vormen van afwezigheid. Het

netto aantal dagen varieerde van één dag tot 515 dagen, met een mediaan van 30 dagen en een 90ste percentiel van 144 dagen. Voor medewerkers van de gemeente Tilburg die betrokken zijn geweest bij het tROM-project is een overzicht beschikbaar van het aantal gewerkte maanden. De duur van aanstelling varieerde van minder dan een maand tot bijna negen jaar (104 maanden) met een mediaan van twaalf maanden en het 90ste percentiel was 90 maanden.

Voor de groep personen die incidenteel werkzaamheden bij tROM hebben verricht (groep 6, medewerkers van o.a. NedTrain, NSM, en gemeente Tilburg), is het niet mogelijk gebleken om inzicht te krijgen in het aantal dagen dat deze mensen werkzaamheden hebben verricht voor tROM.

3.2.1 *Groep 1: Trajectbegeleiders en Management tROM*

Trajectbegeleiders en Management tROM konden werkzaamheden verrichten volgens vier verschillende scenario's:

- Scenario 1: het machinaal schuren van de treinen plus het geven van instructie op de werkvloer en het voordoen van werkzaamheden aan tROM-deelnemers die aan treinen hebben gewerkt. Tweemaal werd door de trajectbegeleiders meegewerkt aan treinen om een deadline te halen (eenmaal gedurende een avond en eenmaal gedurende een week, langer kwam niet voor).
- Scenario 2: het geven van instructie, het voeren van gesprekken, en het voordoen van werkzaamheden op de werkvloer bij de treinen. Binnen dit scenario werden ook kantoorwerkzaamheden uitgevoerd.
- Scenario 3: kantoorwerkzaamheden maar ook het geven van instructie, het voeren van gesprekken, en het voordoen van werkzaamheden op de werkvloer bij de treinen.
- Scenario 4: alleen kantoorwerkzaamheden.

De scenario's 2 en 3 zijn het meest relevant voor het merendeel van de werkdagen. Tijdens de scenario's 1 t/m 3 verbleef men 2-6 uur per dag in de treinloods (o.a. tijdens instructie van nieuwe tROM-deelnemers) waarvan 1-2 uur per dag werd geschuurd. Binnen scenario 1 t/m 3 werd men mogelijk direct inhalatoir blootgesteld aan chroom-6 waarbij blootstelling in scenario 1 hoger was dan in scenario 2, en in scenario 2 hoger dan in scenario 3. Binnen scenario 1, 2 en 3 waren trajectbegeleiders mogelijk direct via de huid blootgesteld als gevolg van eigen activiteiten en was orale blootstelling mogelijk via handmondcontact en via secundaire ingestie. Binnen scenario 4 was de inhalatie, dermale en orale blootstelling verwaarloosbaar.

3.2.2 *Groep 2: tROM-deelnemers en medewerkers gemeente administratie*

Deze groep bestond zowel uit tROM deelnemers administratie als uit administratief personeel van de gemeente Tilburg. Werkzaamheden konden worden verricht volgens twee scenario's:

- Scenario 1: kantoorwerkzaamheden plus het nagaan van de presentie van tROM-deelnemers.
- Scenario 2: alleen kantoorwerkzaamheden.

tROM-deelnemers en personeel van de gemeente Tilburg die zowel administratief werk als de presentie van tROM deelnemers hebben

gecontroleerd (scenario 1) waren mogelijk kortdurend inhalatoir blootgesteld aan de achtergrondblootstelling tijdens een werkdag (indirecte blootstelling). Tijdens het nagaan van de presentie van tROM-deelnemers kwamen ze in de hal waar werkzaamheden werden verricht aan de treinen, waardoor ze werden blootgesteld aan de achtergrondconcentratie. De dermale blootstelling voor deze groep was verwaarloosbaar; orale blootstelling was mogelijk via secundaire ingestie na inhalatieblootstelling. tROM-deelnemers en personeel van de gemeente Tilburg die alleen kantoorwerkzaamheden hebben uitgevoerd (scenario 2) hadden een verwaarloosbare blootstelling voor alle drie de blootstellingsroutes.

3.2.3 *Groep 3: tROM-deelnemers catering*

Deze groep bestond uit tROM-deelnemers die werkzaamheden konden verrichten volgens twee scenario's:

- Scenario 1: het verzorgen van de catering, schoonmaken (overal behalve de hal) en lunchbestellingen opnemen in de hal.
- Scenario 2: alleen verzorgen van de catering en schoonmaken (overal behalve de hal).

Tijdens het opnemen van lunchbestellingen (scenario 1) kwamen de tROM-deelnemers in de hal waar werkzaamheden werden verricht aan de treinen waardoor ze mogelijk kortdurend inhalatoir werden blootgesteld aan de achtergrondconcentratie tijdens een werkdag (indirecte blootstelling). De dermale blootstelling voor deze groep was verwaarloosbaar; orale blootstelling was mogelijk via secundaire ingestie na inhalatieblootstelling. De werknemers die niet in de hal zijn geweest (scenario 2) hadden een verwaarloosbare blootstelling voor alle drie de blootstellingsroutes.

3.2.4 *Groep 4: tROM-deelnemers gewerkt aan treinen*

Deze groep mensen was werkzaam volgens twaalf verschillende scenario's. Mogelijke directe inhalatieblootstelling was van toepassing voor negen scenario's; aannemelijke inhalatieblootstelling aan de achtergrondconcentratie (indirect) was van toepassing voor de overige drie scenario's. De negen scenario's met mogelijke directe inhalatieblootstelling waren:

- Scenario 1: machinaal schuren, vegen en gebruik van perslucht.
- Scenario 2: machinaal schuren en vegen.
- Scenario 3: machinaal/handmatig schuren, vegen en perslucht.
- Scenario 4: machinaal/handmatig schuren en vegen.
- Scenario 5: krabben en gebruik trilhamer en vegen.
- Scenario 6: krabben en vegen.
- Scenario 7: stralen.
- Scenario 8: plamuren/schuren/plamuren, vegen en perslucht.
- Scenario 9: plamuren/schuren/plamuren en vegen.

De mogelijke maximale directe inhalatieblootstelling van bovenstaande scenario's neemt af in volgorde van scenario 1 naar scenario 9, waarbij scenario 5 en 6 een vergelijkbare blootstelling hebben. Scenario's 1, 2, en 3 hebben de hoogst geschatte blootstelling. Directe dermale blootstelling, orale blootstelling zowel via hand-mondcontact als via secundaire ingestie was mogelijk in alle scenario's. Uit de gesprekken

met de tROM-deelnemers kwam naar voren dat dagen of weken achtereen kon worden geschuurd.

De drie scenario's met aannemelijke achtergrondblootstelling via inhalatie (indirect) waren:

- Scenario 10: (de)montage.
- Scenario 11: verven (met kwast of roller, niet spuiten).
- Scenario 12: afplakken.

De inhalatieblootstellingen in bovenstaande scenario's zijn vergelijkbaar. Dermale blootstelling was mogelijk via contact met vervuilde oppervlakken en orale blootstelling was mogelijk zowel via hand-mondcontact als via secundaire ingestie.

3.2.5 *Groep 5: tROM-deelnemers niet gewerkt aan treinen*

Deze groep bestond uit tROM-deelnemers die werkzaamheden konden verrichten volgens twee scenario's:

- Scenario 1: andere werkzaamheden in de treinloods.
- Scenario 2: andere werkzaamheden niet in de treinloods.

De mensen die in de treinloods hebben gewerkt (scenario 1) hadden een aannemelijke inhalatieblootstelling aan de achtergrondconcentratie (indirect); indirecte huidblootstelling was mogelijk via vervuilde oppervlakken en orale blootstelling was mogelijk zowel via hand-mondcontact als via secundaire ingestie. De mensen die niet in de treinloods werkten (scenario 2), hadden een mogelijk kortdurende inhalatieblootstelling aan de achtergrondconcentratie tijdens een werkdag, omdat zij door de treinloods moesten om bij hun werkplek te komen. De huidblootstelling was verwaarloosbaar en orale blootstelling was mogelijk via secundaire ingestie na inhalatieblootstelling.

3.2.6 *Groep 6: Personen met incidentele aanwezigheid bij tROM*

Het betrof mensen die incidenteel werkzaamheden bij tROM verrichtten. Het waren geen tROM-deelnemers. Er konden werkzaamheden worden verricht volgens de drie onderstaande scenario's:

- Scenario 1: werkvloer technisch werk (lassen).
- Scenario 2: werkvloer inspectie en bezoek.
- Scenario 3: alleen kantoor.

Tijdens het scenario waarbij technisch werk werd verricht (scenario 1) kan mogelijk directe inhalatieblootstelling plaats hebben gevonden. Indirecte dermale blootstelling was mogelijk via contact met vervuilde oppervlakken. Orale blootstelling was mogelijk via hand-mondcontact en via secundaire ingestie. Tijdens inspectie en bezoek op de werkvloer (scenario 2) was sprake van aannemelijke achtergrondblootstelling via inhalatie (indirect). Binnen dit scenario vond mogelijk indirecte dermale blootstelling plaats door contact met vervuilde oppervlakken, en was orale blootstelling mogelijk zowel via hand-mondcontact als secundaire ingestie (is het uitgangspunt voor de risicobeoordeling), maar kon ook verwaarloosbaar zijn. Werknemers die alleen kantoorwerkzaamheden hebben uitgevoerd (scenario 3) zijn niet blootgesteld aan chroom 6 via alle drie de routes.

3.3 Samenvatting blootstellingsinformatie voor risicobeoordeling

Voor de risicobeoordeling kan de blootstellingsinformatie zoals deze is gepresenteerd in Tabel A1 (zie Bijlage A) voor de groep-scenariocombinaties worden samengevat door categorieën te definiëren op basis van de aard van inhalatieblootstelling aan chroom-6. De categorieën zijn: A) mogelijk directe blootstelling aan chroom-6; B) aannemelijke achtergrondblootstelling aan chroom-6 tijdens een werkdag (indirecte blootstelling); C) mogelijk kortdurende achtergrondblootstelling aan chroom-6 tijdens een werkdag (indirecte blootstelling), en D) verwaarloosbaar geachte blootstelling aan chroom-6 (zie Tabel 1). Let op dat de categorieën betrekking kunnen hebben op zowel trajectbegeleiders als tROM-deelnemers. De risicobeoordeling wordt uitgevoerd voor een dagelijkse blootstelling gedurende perioden van toenemende duur, enkele dagen, enkele weken, enkele maanden en een jaar of langer. Met uitzondering van groep 6 blijkt dat de aard van inhalatieblootstelling ook overeenkomt met de aard van dermale of orale blootstelling. Om deze reden kan de categorisering ook worden toegepast voor gezondheidseffecten waarvoor de dermale en/of orale route van belang is. Indien er huidcontact was, is het voor de risicobeoordeling aannemelijk geacht dat er hand-neuscontact en hand-mondcontact konden plaatsvinden. Zoals gezegd, is de enige uitzondering op deze categorisering groep 6. Dit is vanwege de specifiek incidentele blootstelling. Het kan echter niet worden uitgesloten dat deze incidentele blootstelling meerdere malen met wisselende tussenperiodes kan hebben plaatsgevonden. Daarom is de risicobeoordeling voor groep 6 apart behandeld voor alle eindpunten.

Tabel 1: Beoordeling van de blootstelling aan chroom-6 in het risicobeoordelingsproces

Trajectbegeleiders en/of tROM-deelnemers		
Werkzaamheden	Categorie	Beschrijving categorie
Onder andere schuren, vegen, perslucht, krabben, stralen, instructie en voordoen	A	Mogelijk directe blootstelling aan chroom-6
Onder andere montage, verven, afplakken, andere werkzaamheden in treinloods	B	Aannemelijke achtergrondblootstelling aan chroom-6 tijdens een werkdag (indirecte blootstelling)
Onder andere presentie nagaan, lunch bestellingen, werkzaamheden niet in treinloods	C	Mogelijk kortdurende achtergrondblootstelling aan chroom-6 tijdens een werkdag (indirecte blootstelling)
Onder andere kantoorwerkzaamheden, catering/schoonmaken	D	Verwaarloosbaar geachte blootstelling aan chroom-6
Incidenteel blootgesteld (groep 6)		
Werkzaamheden	Categorie	Beschrijving categorie
Technisch werk	A	Mogelijk directe blootstelling aan chroom-6 (huidblootstelling was indirect)
Werkvloer inspectie en bezoek	B	Aannemelijke achtergrondblootstelling aan chroom-6 tijdens een werkdag (indirecte blootstelling)
Alleen kantoor	D	Verwaarloosbaar geachte blootstelling aan chroom-6

4 Risicobeoordeling

In dit hoofdstuk wordt beoordeeld voor elk van de relevante gezondheidseffecten (longkanker, maagkanker, neus/neusbijholtekanker, allergisch contacteczeem, allergisch astma en rhinitis, chronische longziekten, perforatie neustussenschot door chroomzweren, effecten op de fertiliteit, en effecten op de prenatale ontwikkeling) of de blootstellingsconditie zodanig was dat de relevante gezondheidseffecten kunnen optreden. Per gezondheidseffect zal eerst algemene achtergrondinformatie beschreven worden, inclusief het chroom-6 gemedieerde mechanisme van het gezondheidseffect.

Als tweede wordt informatie over de relatie van het gezondheidseffect met blootstelling aan chroom-6 onder verschillende arbeidsomstandigheden beschreven. Deze informatie is gebaseerd op het RIVM literatuuronderzoek (RIVM Rapport 2018-0053) en de daarin samengevatte literatuurbronnen. Dit literatuuronderzoek was voornamelijk gericht op het verkrijgen van informatie over de relatie tussen blootstellingskenmerken en mogelijke gezondheidseffecten, met als doel een kwantitatieve dosis-responsrelatie of, indien mogelijk, een drempelwaarde af te leiden. Hierbij is gebruik gemaakt van rapporten en evaluaties van de Gezondheidsraad en internationaal erkende organisaties (o.a. US EPA, ATSDR, WHO) en is, waar nodig, de originele literatuur verzameld en geëvalueerd.

Vervolgens zijn de uitgangspunten voor de risicobeoordeling voor dat specifieke gezondheidseffect puntsgewijs beschreven. Dit omvat onder andere of het gezondheidseffect beschouwd wordt als een effect zonder of met drempelwaarde, wat de meest relevante dosismaat is en welke blootstellingskenmerken (route, intensiteit en frequentie van blootstelling) belangrijk zijn om dat gezondheidseffect te veroorzaken.

Vanwege het ontbreken van kwantitatieve blootstellingsgegevens moet voor de risicobeoordeling worden volstaan met een kwalitatieve beoordeling dat een gezondheidseffect kan optreden, uitgedrukt in termen van waarschijnlijkheid. Voor een inschatting van de mate waarin een relevant gezondheidseffect kan optreden is zowel kwantitatieve informatie over de blootstelling nodig als kwantitatieve informatie over de relatie tussen de blootstelling en dat effect, en die informatie is niet beschikbaar. Daarnaast zijn er ook geen functiegroepen definieerbaar die eenzelfde blootstellingspatroon hebben. Men dient zich ook te realiseren dat tROM-deelnemers konden wisselen van groep of van scenario binnen een groep. In de risicobeoordeling wordt echter geen rekening gehouden met deze wisselingen, omdat hier geen informatie over beschikbaar is. Voor eventuele risicobeoordelingen van individuen moet wel rekening worden gehouden met wisselingen tussen en binnen groepen.

Zoals beschreven in paragraaf 3.3 van het huidige rapport, wordt in de risicobeoordeling uitgegaan van vier blootstellingscategorieën, met uitzondering van groep 6 die separaat is bekeken. Tevens is gewerkt met meerdere werkperioden met een verschillende duur, enkele dagen, enkele weken, enkele maanden en een jaar of langer. Er wordt een

uitspraak gedaan of de blootstelling aan chroom-6 zodanig is, dat deze kan leiden tot het betreffende gezondheidseffect. Deze uitspraak is gebaseerd op expert judgement (zie paragraaf 2.2). Voor het duiden van de waarschijnlijkheid dat een relevant gezondheidseffect kan optreden is gebruik gemaakt van het stroomschema en terminologie als aangegeven in paragraaf 2.1.

In het geval dat er blootstelling is geweest, bestaat er altijd een kans dat een relevant gezondheidseffect kan optreden. Deze kans kan heel klein zijn, ondanks de conclusie dat het waarschijnlijk is dat een gezondheidseffect kan optreden onder de gegeven blootstellingscondities (zie paragraaf 5.2.2 voor verdere uitleg).

In de deelrapportage 'Blootstelling aan chroom-6 bij het project tROM 2004–2010' (IRAS, 2018b) wordt aangegeven dat er voor categorie D geen blootstelling of een verwaarloosbare blootstelling aan chroom-6 is geweest als gevolg van de werkzaamheden op de tROM-locatie (paragraaf 3.2; paragraaf 3.3 en Bijlage A). Voor deze specifieke groep-scenariocombinaties is daarom geconcludeerd dat het gezondheidseffect niet kan optreden als gevolg van de chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie.

Een algemene constatering voor de risicobeoordeling is dat de wijze van mogelijke blootstelling aan chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM, als gevolg van o.a. machinaal schuren, krabben en vegen, afwijkt van de in de literatuur beschreven blootstelling aan chroom-6 bij de werkers. In de literatuur worden vooral industriële toepassingen met hoge chroomconcentraties (langdurig gemiddelde in ordegrootte van 0,5-1 mg/m³) beschreven, zoals galvaniseren, gieten, smelten en chroomproductie. Dit bemoeilijkt het vergelijken van de blootstelling op de tROM-locatie met de informatie uit het literatuuronderzoek (RIVM Rapport 2018-0053).

Verder wordt opgemerkt dat het type chroom-6-verbinding zoals dit aanwezig is in de verven op de treinen niet altijd overeenkomt met het type chroom-6-verbinding waarvoor in de literatuur de relatie tussen een relevant gezondheidseffect en blootstelling aan chroom-6 wordt beschreven. Het is niet bekend of er verschillen in potentie zijn tussen de chroom-6-verbindingen voor het veroorzaken van de verschillende relevante gezondheidseffecten. Voor longkanker heeft de Gezondheidsraad een advies gegeven geen onderscheid te maken tussen verschillende chroom-6-verbindingen (zie paragraaf 4.1.2). Dit advies wordt ook opgevolgd voor de andere gezondheidseffecten in het huidige rapport.

4.1 Longkanker

4.1.1 *Achtergrondinformatie*

Chroom-6-verbindingen worden intracellulair via reductiestappen omgezet in chroom-5-, chroom-4- en chroom-3-verbindingen, wat gepaard gaat met oxidatieve stress als gevolg van de vorming van reactieve zuurstof species (ROS). ROS kunnen oxidatieve schade veroorzaken aan DNA, eiwitten en membranen. Deze ROS-gerelateerde effecten op het DNA zijn niet specifiek voor chroom-6 maar kunnen ook door veel andere stoffen, waaronder diverse metalen, worden geïnduceerd (ATSDR, 2012). Chroom-6-verbindingen kunnen zelf ook na

intracellulaire omzetting naar chroom-3 DNA-eiwit crosslinks, DNA-DNA tussenstreng crosslinks en DNA-breuken veroorzaken, doordat chroom complexen kan vormen met DNA en eiwitten (IARC, 2012; ATSDR, 2012). Deze veranderingen aan het DNA-molecuul worden als potentieel pre-mutageen gezien (ATSDR, 2012).

Beaver et al. (2009) laat in dierstudies zien dat longeffecten door chroom-6-verbindingen geassocieerd worden met fibrose, fibrosarcomen en niet-kleincellige longcarcinomen zoals adenocarcinomen en squameus cel (plaveiselcel) carcinomen. Daarnaast veroorzaken chroom-6-verbindingen chronische ontstekingsreacties die geassocieerd worden met een verhoogd risico op kanker.

Over het mechanisme voor het ontstaan van longtumoren merkt de Gezondheidsraad (2016a) op dat: 'chroom VI-verbindingen op meerdere manieren schade kunnen toebrengen aan het DNA' en concludeert dat 'de onderliggende mechanismen van genotoxiciteit voornamelijk non-stochastisch zijn, maar echter ook stochastisch kunnen zijn'. In het geval van stochastisch genotoxische mechanismen wordt aangenomen dat bij iedere blootstelling aan chroom-6, hoe laag ook, er een risico op longkanker aanwezig is, waarbij het risico toeneemt met de blootstelling, oftewel een geen-drempelwaarde-effect. In geval van non-stochastische mechanismen kunnen veilige blootstellingsdrempels bestaan. Voorzichtigheidshalve, zoals aangegeven in haar leidraad, kiest de Gezondheidsraadcommissie bij haar risicoberekening voor het 'worstcase'-scenario en neemt het stochastisch genotoxisch mechanisme als uitgangspunt.

De minimale latentietijd voor longkanker wordt gesteld op 15 jaar (EC, 2009), echter een maximale latentietijd kan niet worden bepaald. Luippold et al. (2003) benoemen een latentieperiode van minimaal 20 jaar.

Longkanker komt in Nederland in de algemene populatie relatief veel voor (in 2015: 12.589 geregistreerde gevallen en in 2016: 12.168 (voorlopig cijfer) (IKNL, 2017).

4.1.2 *Longkanker en blootstelling aan chroom-6*

De beschikbare informatie over de relatie tussen chroom-6-blootstelling en longkanker wordt uitgebreid geëvalueerd en bediscussieerd in rapporten van o.a. SCOEL (2004), ATSDR (2012), NIOSH (2013), ECHA (2013), IARC (2012) en de Gezondheidsraad (2016a). Voor uitvoerige beschrijvingen van met name de epidemiologische studies wordt daarom verwezen naar deze rapportages. Veel van deze onderzoeken bevatten historische informatie over de gezondheid van werknemers die in het verleden aan hoge concentraties chroom-6 zijn blootgesteld. Een verhoogde incidentie in longtumoren is waargenomen als gevolg van beroepsmatige blootstelling in de (bi)chromaat producerende industrie, bij chromaat-pigment productie, in de verchromindustrie en bij chroom-legering werkers.

Volgens de Gezondheidsraad komen een viertal cohorten in aanmerking voor een goede risicobeoordeling. Het betreft dan het Amerikaanse 'Baltimore cohort', het Amerikaanse 'Painesville cohort', een Amerikaans

(Texas & North Carolina) en een Europees cohort van werknemers uit een 'multiplant studie' (deze studie beslaat meerdere fabrieken op één terrein). Deze vier cohorten betreffen allen werknemers in chromaatproducerende industrieën, en laten een verhoogd risico op longkanker zien, met uitzondering van het Amerikaanse Texas en North Carolina cohort. In deze studies wordt gecorrigeerd voor roken als versturende variabele en ze worden gekenmerkt door goed gedocumenteerde blootstellingsgegevens. De Gezondheidsraad concludeert in navolging van het Risk Assessment Committee van het ECHA (RAC-ECHA) (ECHA, 2013) dat de studie door Seidler et al. (2013) het meeste aansluit bij haar recente leidraad en wetenschappelijke inzichten. Seidler et al. (2013) maken gebruik van vijf studies, die of de genoemde 'Baltimore' of de 'Painesville' cohorten omvatten. Op basis van de gegevens van Seidler et al. berekent de Gezondheidsraad een extra kans op kanker voor chroom-6-verbindingen van vier per 100.000 (4×10^{-5}) bij 40 jaar beroepsmatige blootstelling aan $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en vier per 1.000 (4×10^{-3}) bij 40 jaar beroepsmatige blootstelling aan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De epidemiologische studies omvatten verschillende chroom-6-verbindingen. De Gezondheidsraad merkt op dat het op basis van de epidemiologische studies niet mogelijk is te differentiëren tussen de oplosbare en slecht oplosbare chroom-6-verbindingen.

Dierproeven laten zien dat chroom-6 longtumoren veroorzaakt in de rat en muis bij inhalatieblootstelling. De dierproeven lijken aan te tonen dat er potentieverschillen bestaan tussen chroom-6-verbindingen, waarbij slecht oplosbare verbindingen mogelijk potenter zijn. Vanwege verschillen in experimentele opzet en onvoldoende data met betrekking tot slecht oplosbare verbindingen, is geen consistent beeld te vormen.

De Gezondheidsraad, in overweging nemende de epidemiologische en dierproefgegevens, adviseert daarom om geen onderscheid te maken tussen de chroom-6-verbindingen qua potentie tot het vormen van longtumoren.

In één epidemiologische studie naar de relatie tussen chroom-6-blootstelling via drinkwater en kanker van Zhang en Li (1987) wordt een verhoogde longkankerincidentie gerapporteerd, maar zonder statistische analyses. In 2008 voeren Beaumont et al. (2008) een statistische analyse uit op deze gegevens van Zhang en Li. Zij berekenen een leeftijds-gecorrigeerde sterfteratio voor longkanker van 1,15 (95% CI 0,62-2,05). Hieruit blijkt dat er, in tegenstelling tot wat door Zhang en Li werd geconcludeerd, geen verhoogde longkankersterfte is opgetreden als gevolg van chroom-6-blootstelling via drinkwater. Ook bij dierproeven waarbij chroom-6 via de orale route wordt toegediend (drinkwater) worden geen longtumoren gerapporteerd. Er zijn geen dermale carcinogeniteitsstudies met chroom-6 bekend.

4.1.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van longkanker ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- In navolging van het Gezondheidsraad rapport '*Chroom VI-verbindingen. Beoordeling van de carcinogeniteit*' wordt er in deze risicobeoordeling van uitgegaan dat een stochastisch genotoxisch mechanisme ten grondslag ligt aan de vorming van longtumoren bij blootstelling aan chroom-6 (geen drempelwaarde).
- Iedere blootstelling aan chroom-6 brengt een zeker risico met zich mee.
- Aangenomen wordt dat de cumulatieve chroom-6-dosis via inhalatie (dat wil zeggen de totale dosis waaraan een werker gedurende zijn leven is blootgesteld) de relevante dosismaat is voor het risico op longkanker. De cumulatieve dosis neemt toe naarmate de blootstellingsconcentratie, -frequentie, -duur en/of de werkduur toeneemt.
- Op basis van de beschikbare epidemiologische en dierproefgegevens kan worden geconcludeerd dat de orale blootstellingsroute niet bijdraagt aan een verhoogd risico op longtumoren.

4.1.4 *Risicobeoordeling voor longkanker*

4.1.4.1 *Categorieën A, B, C en groep 6*

Omdat iedere blootstelling aan chroom-6, hoe laag ook, een zeker risico op longkanker met zich meebrengt, wordt geconcludeerd dat het waarschijnlijk is dat longkanker kan optreden als gevolg van de chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie voor de hier genoemde categorieën en daarbij behorende groep-scenariocombinaties. Het risico op longkanker bij een gelijke duur van blootstelling zal voor categorie A hoger zijn dan voor B, en voor B hoger zijn dan voor C.

Aangezien er geen kwantitatieve ijkpunten zijn voor de blootstellingsconcentratie, kan geen uitspraak gedaan worden over hoe groot of klein dat risico is. De lengte van de werkduur binnen het re-integratieproject tROM werd gekenmerkt door een grote variatie. De cumulatieve chroom-6-dosis is bepalend voor het risico op longkanker. Het risico op longkanker is bij een blootstelling gedurende een paar dagen zeer klein en neemt lineair toe naarmate de werkdagen toenemen. Omdat men in groep 6 incidenteel is blootgesteld en er geen informatie is met betrekking tot de frequentie van blootstelling, kan er geen uitspraak worden gedaan over hoe het risico voor deze groep zich verhoudt tot de categorieën A, B en C.

Zie Tabel 2 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 2: De waarschijnlijkheid dat longkanker kan optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	●●●	●●●	●●●	●●●
B	●●●	●●●	●●●	●●●
C	●●●	●●●	●●●	●●●
D	○	○	○	○
Groep 6-1	●●●			
Groep 6-2	●●●			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (*N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt*)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

4.2 Maagkanker

4.2.1 Achtergrondinformatie

Het exacte, toxicologisch mechanisme voor het ontstaan van maagkanker in relatie tot chroom-6-blootstelling is onbekend. Er zijn geen studies bekend naar onderliggende mechanismen zoals DNA-schade en mogelijk chroomspecifieke mutaties. Eenzelfde mechanisme als voor longkanker is voor de hand liggend (zie paragraaf 4.1.1). Uitgaande van dit veronderstelde mechanisme wordt, evenals voor longkanker, voorzichtigheidshalve aangenomen dat een stochastisch genotoxisch mechanisme ten grondslag ligt aan het ontstaan van maagkanker bij blootstelling aan chroom-6. Tumorfoming treedt vaak op na een latentieperiode. Voor maagkanker is de latentieperiode door Nadler en Zurbenko (2014) geschat op 22,3-22,9 jaar.

Maagkanker komt in Nederland in de algemene populatie relatief veel voor (in 2015: 1165 geregistreerde gevallen, en in 2016: 1301 (voorlopig cijfer)), maar de langjarige trend vanaf 1990 is dat het aantal mensen met maagkanker per jaar afneemt (IKNL, 2017). Maagkanker wordt vaak gediagnostiseerd in de leeftijdsgroep 60-75 jaar en komt vaker voor bij mannen. De belangrijkste risicofactor voor maagkanker is de bacterie *Helicobacter Pylori* wat in combinatie met een ongezond dieet versterkt wordt (HSE, 2012). Om deze reden wordt aangenomen dat sociaaleconomische status een belangrijke versturende variabele is voor maagkanker.

4.2.2 Maagkanker en blootstelling aan chroom-6

De maag kan worden blootgesteld aan chroom-6 via orale inname, maar ook via inhalatie (ATSDR, 2012). Inhalatieblootstelling aan chroom-6 kan leiden tot het neerslaan van partikels met chroom-6 in de hogere luchtwegen. Deze partikels kunnen via mucociliair transport naar de keelholte worden gebracht, vervolgens worden ingeslikt en in rechtstreeks contact komen met de mucosa van de maag (secundaire ingestie). Ook wordt gerapporteerd dat de maag bereikt kan worden via de systemische bloedcirculatie na opname vanuit de longen. ATSDR (2012) stelt echter dat het onwaarschijnlijk is dat deze laatste route leidt tot maag-

darmeffecten, inclusief maagkanker, maar schrijft maag-darmeffecten bij inhalatieblootstelling aan chroom-6 uitsluitend toe aan secundaire ingestie. Chroom-6-gerelateerde tumoren worden vooral waargenomen bij de eerste plaats van contact van chroom-6 met het lichaam. Daarnaast wordt chroom-6 relatief snel gereduceerd tot chroom-3, waardoor het niet aannemelijk is dat chroom-6 via opname door de longen en de systemische circulatie kan leiden tot maagtumoren.

De epidemiologische informatie betreft vooral industriële toepassingen van chroom-6: blootstelling aan chroomzuur, chromaten, lasrook en metaaldampen, zoals beschreven door o.a. IARC (2012) en ATSDR (2012). In deze overzichten komt geen eenduidig beeld van een verhoogd risico op maagkanker als gevolg van chroom-6-blootstelling naar voren. In een recente meta-analyse door Welling et al. (2015) met daarin 56 epidemiologische onderzoeken naar het voorkomen van maagkanker in groepen mensen blootgesteld aan chroom-6, wordt een verhoogd risico geconcludeerd (Relatieve Risico: 1,27 (CI 1,18-1,38)). De cohorten waren werkzaam in chroom-productie, chroom-plating, leerlooierijen en werkzaam met Portland-cement. In geen van de epidemiologische studies, uit alle overzichten, is aangegeven welk type tumoren in de maag wordt gerelateerd aan blootstelling aan chroom-6-verbindingen. Naast epidemiologische studies naar de relatie tussen chroom-6-blootstelling op de werkplek en het voorkomen van nadelige gezondheidseffecten zijn ook epidemiologische studies naar de relatie tussen blootstelling aan chroom-6 via drinkwater en het voorkomen van nadelige gezondheidseffecten uitgevoerd, waarin eveneens geen eenduidig beeld van een verhoogd risico op maagkanker wordt gevonden (ATSDR, 2012).

In twee dierstudies worden neoplastische effecten gevonden in de mondholte, voormaag en onderdelen van het darmkanaal als gevolg van blootstelling aan chroom-6 in de vorm van kaliumchromaat via drinkwater (ATSDR, 2012).

Op basis van de beschikbare literatuur kan geen kwantitatieve dosis-reponsrelatie tussen blootstelling aan chroom-6 en het ontstaan van maagkanker worden afgeleid. Een belangrijke oorzaak hiervoor is ook dat secundaire ingestie als een belangrijke route voor het ontstaan van maagkanker wordt beschouwd. Voor deze route kan de blootstellingsdosis niet worden vastgesteld.

4.2.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van maagkanker ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- In navolging van de risicobeoordeling voor longkanker, wordt ervan uitgegaan dat een stochastisch genotoxisch mechanisme ten grondslag ligt aan de vorming van maagtumoren bij blootstelling aan chroom-6 (geen drempelwaarde).
- Iedere blootstelling aan chroom-6 brengt een zeker risico met zich mee.
- Aangenomen wordt dat de cumulatieve chroom-6-dosis (dat wil zeggen de totale dosis waaraan een werker gedurende zijn werkzame leven is blootgesteld) de relevante dosismaat is voor het ontstaan van maagkanker. De cumulatieve dosis neemt toe

naarmate de blootstellingsconcentratie, -frequentie, -duur en/of de werkduur toeneemt.

- Op basis van het veronderstelde mechanisme en de conclusies van de ATSDR (2012) wordt gesteld dat (secundaire) ingestie de belangrijkste route van blootstelling is.
- Vanwege het ontbreken van informatie over een dosis-responsrelatie is de risicobeoordeling voor blootstelling aan chroom-6 voor het eindpunt maagkanker alleen kwalitatief uitvoerbaar.

4.2.4 *Risicobeoordeling voor maagkanker*

4.2.4.1 Categorieën A, B, C en groep 6

Voor alle categorieën A, B en C en voor groep 6 geldt dat chroom-6 kan worden ingeslikt als gevolg van secundaire ingestie. Voor categorie A en B geldt daarnaast dat orale blootstelling door hand-mondcontact kan plaatsvinden. Omdat iedere blootstelling aan chroom-6, hoe laag ook, een zeker risico op maagkanker met zich meebrengt, wordt geconcludeerd dat het waarschijnlijk is dat maagkanker kan optreden als gevolg van de chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie voor de hier genoemde categorieën en daarbij behorende groep-scenariocombinaties. Het risico op maagkanker bij een gelijke duur van blootstelling zal voor categorie A en B hoger zijn dan voor C.

De lengte van de werkduur binnen het re-integratieproject tROM werd gekenmerkt door een grote variatie. De cumulatieve chroom-6 dosis is bepalend voor het risico op maagkanker.

Het risico op maagkanker is bij een blootstelling gedurende een paar dagen zeer klein en neemt toe naarmate de werkduur toenemen. Het risico op maagkanker is kleiner dan het risico op longkanker.

Omdat men in groep 6 incidenteel is blootgesteld en er geen informatie is met betrekking tot de frequentie van blootstelling, kan er geen uitspraak worden gedaan over hoe het risico voor deze groep zich verhoudt tot de categorieën A, B en C.

Zie Tabel 3 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 3: De waarschijnlijkheid dat maagkanker kan optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	●●●	●●●	●●●	●●●
B	●●●	●●●	●●●	●●●
C	●●●	●●●	●●●	●●●
D	○	○	○	○
Groep 6-1	●●●			
Groep 6-2	●●●			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

4.3 Neus/neusbijholtekanker

4.3.1 Achtergrondinformatie

Neus/neusbijholtekanker komt bij de algemene bevolking zeer weinig voor. De incidentie in Nederland varieerde in de jaren 2010-2015 tussen de 140 en 150 gevallen per jaar. De langjarige trend vanaf 1990 is dat het aantal mensen met neus/neusbijholtekanker toeneemt (IKNL, 2017). Studies naar onderliggende mechanismen zijn in de literatuur niet aangetroffen.

4.3.2 Neus/neusbijholtekanker en blootstelling aan chroom-6

Er zijn diverse studies bij werkers gepubliceerd waarin een mogelijke relatie tussen blootstelling aan chroom-6 en neus/neusbijholtekanker wordt gerapporteerd. Voorbeelden zijn cohortstudies van werkers in de chromaatproductie in Japan, het Verenigd Koninkrijk, en de Verenigde Staten, in de chromaat-pigmentproductie in Noorwegen en in de galvano-industrie in het Verenigd Koninkrijk. De hierbij gerapporteerde relatieve risico's bedragen 0-15,4 (CI 4,19-39,43). Opgemerkt wordt dat niet in alle epidemiologische onderzoeken onder chroom-6-blootgestelde werknemers een verhoogd risico op neuskanker is gevonden (IARC, 2012). Een beperking van de cohortstudies is dat de blootstelling aan chroom-6 niet gekwantificeerd is, en dat in sommige gevallen geen onderscheid tussen chroom-3 en chroom-6 gemaakt is.

Daarnaast zijn er ook enkele case-control studies waarbij door middel van een interview informatie is verzameld over arbeidshistorie en mogelijke risicofactoren voor neus/neusbijholtekanker, inclusief historische blootstelling aan stoffen en producten zoals formaldehyde, houtstof, chroom-6- en nikkelverbindingen, vernis, lak en lijmen. Twee van deze studies geven enige aanwijzingen voor een verhoogd risico voor werknemers met een mogelijke chroom-6-blootstelling. Echter, de studie waarin de blootstelling het meest gedetailleerd in kaart gebracht is laat geen verhoogd risico voor werknemers die blootgesteld zijn aan chroom-6 zien (IARC, 2012). Ook voor de case-control studies geldt dat de chroom-6-blootstelling niet gekwantificeerd is.

4.3.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van neus/neusbijholtekanker ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- In navolging van de risicobeoordeling voor longkanker, wordt ervan uitgegaan dat een stochastisch genotoxisch mechanisme ten grondslag ligt aan de vorming van neus/neusbijholtekanker bij blootstelling aan chroom-6 (geen drempelwaarde).
- Aangenomen wordt dat de cumulatieve chroom-6 dosis (dat wil zeggen de totale dosis waaraan een werker gedurende zijn arbeidsleven is blootgesteld) de relevante dosismaat is voor het ontstaan van neus/neusbijholtekanker. De cumulatieve dosis neemt toe naarmate de blootstellingsconcentratie, -frequentie, -duur en/of het aantal dienstjaren toeneemt.
- Neus/neusbijholtekanker kan optreden na inhalatieblootstelling. Ook kan hand-neuscontact bijdragen aan het ontstaan van neus/neusbijholtekanker. Het is niet aannemelijk dat systemische blootstelling via de orale of dermale route bij kan dragen aan het ontstaan van neus/neusbijholtekanker.
- Vanwege het ontbreken van informatie over een dosis-responsrelatie is de risicobeoordeling voor blootstelling aan chroom-6 voor het eindpunt neus/neusbijholtekanker alleen kwalitatief uitvoerbaar.

4.3.4 *Risicobeoordeling voor neus/neusbijholtekanker*

4.3.4.1 *Categorieën A, B, C en groep 6*

Omdat iedere blootstelling aan chroom-6, hoe laag ook, een zeker risico op neus/neusbijholtekanker met zich meebrengt, wordt geconcludeerd dat het waarschijnlijk is dat neus/neusbijholtekanker kan optreden als gevolg van de chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie voor de hier genoemde categorieën en daarbij behorende groep-scenariocombinaties. Het risico op neus/neusbijholtekanker bij een gelijke duur van blootstelling zal voor categorie A hoger zijn dan voor B, en voor B hoger zijn dan voor C.

Aangezien er geen kwantitatieve ijkpunten zijn voor de blootstellingsconcentratie, kan geen uitspraak gedaan worden over hoe groot of klein dat risico is. De lengte van de werkduur binnen het re-integratieproject tROM werd gekenmerkt door een grote variatie. De cumulatieve chroom-6-dosis is bepalend voor het risico op neus/neusbijholtekanker.

Het risico op neus/neusbijholtekanker is bij een blootstelling gedurende een paar dagen zeer klein en neemt lineair toe naarmate de werkdagen toenemen.

Omdat men in groep 6 incidenteel is blootgesteld en er geen informatie is met betrekking tot de frequentie van blootstelling, kan er geen uitspraak worden gedaan over hoe het risico voor deze groep zich verhoudt tot de categorieën A, B en C.

Echter, gezien de zeldzaamheid van neustumoren (IKNL, 2017) en het hoge percentage van deze gevallen dat toegerekend wordt aan werkomstandigheden (Rushton et al., 2008; NCVB, 2010), kan bij een aantoonbare blootstelling aan chroom-6 neus/neusbijholtekanker naar alle waarschijnlijkheid toegeschreven worden aan chroom-6.

Zie Tabel 4 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 4: De waarschijnlijkheid dat neus/neusbijholtekanker kan optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	●●●	●●●	●●●	●●●
B	●●●	●●●	●●●	●●●
C	●●●	●●●	●●●	●●●
D	○	○	○	○
Groep 6-1	●●●			
Groep 6-2	●●●			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

4.4 Allergisch contacteczeem

4.4.1 Achtergrondinformatie

Allergisch contacteczeem (ook wel allergisch contact dermatitis; ACD) is een ziekte/aandoening die ontstaat nadat een persoon allergisch is geworden voor een stof. Allergisch contacteczeem kan ontstaan als gevolg van huidblootstelling aan een stof, waarbij het immuunsysteem wordt gesensibiliseerd. Bij een volgende blootstelling aan deze stof wordt het immuunsysteem dusdanig geactiveerd (elicitatie), dat allergisch contacteczeem optreedt. Kenmerken van allergisch contacteczeem zijn roodheid van de huid, blaasvorming, kloofjes en schilfering. De inductie van sensibilisatie heeft een drempelwaarde, uitgedrukt in mg/cm² huidoppervlak. Voor veel stoffen, waaronder chroom-6, is de drempelwaarde echter onbekend. Wanneer een persoon eenmaal overgevoelig is geraakt, zal deze persoon dat zijn leven lang blijven. Vervolgens is slechts een zeer kleine hoeveelheid stof nodig om de allergische respons in de huid op te wekken. Gezondheidseffecten komen pas tot uiting als een persoon na sensibilisatie nogmaals via de huid blootgesteld wordt aan chroom-6. Zolang de blootstelling voortduurt, houden de effecten aan. Doorgaans treden de effecten vertraagd op, na enkele uren of zelfs pas na 72 uur (Kimber et al., 2002).

Ook bij de elicitatiefase is de gedachte dat er een drempelwaarde bestaat, echter deze zal vele malen lager zijn dan voor de sensibilisatie. Een drempelwaarde voor elicitatie (in het algemeen, maar ook voor chroom-6 in het bijzonder) kan op dit moment niet worden vastgesteld.

Theoretisch kan worden gesteld dat sensibilisatie kan optreden als gevolg van langdurende lage blootstelling evenals van kortdurende hoge blootstellingen of zelfs zeer kortdurende piekblootstellingen (Basketter et al., 2006; Ezendam et al., 2010). Dit is vooral in proefdieronderzoek vastgesteld. In de praktijk is bij de mens het onderscheid tussen de sensibilisatie- en elicitatiefase niet te maken, omdat alleen de

elicitatiefase leidt tot zichtbare effecten zoals het allergisch contacteczeem.

De belangrijkste route voor allergisch contacteczeem is huidblootstelling. Bij overgevoelig geraakte mensen kan allergisch contacteczeem ook via inademing van de stoffen ontstaan, omdat het lymfatisch stelsel is geactiveerd (systemisch effect).

Volgens Ogawa et al. (2007) is de gemiddelde tijdsduur voor het ontwikkelen van chroomallergie 6-9 maanden, maar het kan ook in minder dan drie maanden. Zij kwantificeren daarbij geen blootstellingsniveau.

De achtergrondwaarde voor de prevalentie van chroomallergie in de populatie varieert in de Verenigde Staten tussen 0,08 en 7% terwijl de schatting voor Europa, op basis van een Deense studie boven de 3% ligt (Thyssen et al., 2009). Dit betreft echter niet alleen allergie voor chroom-6, maar ook voor chroom-3. Ook moet rekening worden gehouden met mogelijke kruissensibilisatie, waarbij mensen zowel allergische reacties vertonen op chroom-3 als chroom-6. In dat geval is het niet per se noodzakelijk dat de sensibilisatie het gevolg is geweest van chroom-6-blootstelling, maar kan latere chroom-6-blootstelling wel de effecten veroorzaken.

De effecten behorend bij allergisch contacteczeem kunnen overigens ook worden veroorzaakt door irritatie, genoemd irritatief contacteczeem. Kenmerkend voor een allergie is echter dat de reacties stof-specifiek zijn en al bij hele lage huidblootstellingen, ruim onder de irritatiedrempel, symptomen veroorzaken (Lenderink en Van der Laan, 2014).

4.4.2 *Allergisch contacteczeem en blootstelling aan chroom-6*

Er zijn diverse humane studies beschikbaar over blootstelling aan chroom-6 en allergisch contacteczeem. Zoals al opgemerkt in paragraaf 4.4.1 maken deze studies geen onderscheid tussen sensibilisatie en elicitatie. Daarnaast wordt opgemerkt dat veel literatuurstudies niet altijd gericht zijn op de relatie allergisch contacteczeem en chroom-6-blootstelling, maar onderdeel uitmaken van grotere onderzoeken. In een aantal van deze studies is de blootstelling uitgedrukt in luchtconcentraties, terwijl de huidblootstelling niet is gekarakteriseerd. Er zijn twee soorten studies: epidemiologische studies die de prevalentie van allergisch contacteczeem hebben gerapporteerd (bijvoorbeeld 18,5% heeft allergisch contacteczeem na blootgesteld te zijn geweest aan $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 624 dagen; Gibb et al., 2000) of beschrijvingen van studies met diagnostische patch-testen die door dermatologen worden toegepast om allergie vast te stellen. In patch-testen wordt de huidblootstelling uitgedrukt in de hoeveelheid chroom-6 in mg/kg (of ppm; concentratie in een product) of het percentage chroom-6 in oplossing in relatie tot een percentage positieve reacties in de geteste populatie. Een voorbeeld van een onderzoek met gebruik van patch-testen is: bij gesensibiliseerde patiënten reageerde 24% positief (van de 230) op een challenge met 0,175% chroom-6 in oplossing (1% natriumdichromaat) (Newhouse, 1963).

In een studie van Nethercott et al. (1994), waarbij 2% (1 van 54) reageerde op chroom-6, werd een Minimale Elicitatie Threshold (een 'drempelwaarde' voor minimale elicitatie) afgeleid van $0,018 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Shelnutt et al., (2007) noemt huidconcentraties van 10-20 ppm (ca. 5 mg chroom-6/kg cement) voldoende voor een allergische reactie op chroom-6. Op basis van deze studies concludeert de ATSDR dat dermale blootstelling aan naar schatting 4 tot 25 mg chroom-6/kg product kunnen leiden tot allergisch contacteczeem voor chroom (ATSDR, 2012). De ATSDR concludeert verder dat huidblootstelling de belangrijkste oorzaak van chroomallergie lijkt te zijn tijdens chroomgerelateerde werkzaamheden, waaronder nat schuren van verfprimer en het gebruik van natriumchromaat bevattende antiroestvloeistoffen bij locomotief repair shops, alsook blootstelling bij laswerkzaamheden.

In 2005 concludeerde het ECB (Europese Chemicaliën Bureau, nu European Chemicals Agency, ECHA) in het EU Risk Assessment Report voor een aantal chroom-6 verbindingen dat het niet mogelijk was een drempelwaarde voor sensibilisatie af te leiden (ECB, 2005). Ook in de recentere criteriadocumenten, waaronder de ATSDR (2012) worden geen drempelwaarden afgeleid voor chroom-6-verbindingen.

Om deze reden is allergisch contacteczeem, veroorzaakt door chroom-6, geplaatst in de categorie: effect met onbekende drempelwaarde.

4.4.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van allergisch contacteczeem ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- Uit de literatuur blijkt dat chroom-6 gerelateerd allergisch contacteczeem kan voorkomen bij taken als nat schuren van verfprimers die gelijkenissen vertonen met de werkzaamheden op de tROM.
- Allergisch contacteczeem kan worden veroorzaakt door langdurende, relatief lage blootstellingen, kortdurende hoge blootstellingen of zelfs door piekblootstellingen op de huid, waarbij de hoogte van de drempelwaarde bij deze verschillende tijdsduren onbekend is. De in de literatuur beschreven tijd die nodig is om gesensibiliseerd te raken kent een grote variatie.
- De elicitatiefase is relevant voor de risicobeoordeling, omdat dan allergisch contacteczeem tot uiting komt. Het is niet relevant waar de sensibilisatie plaatsvond (al dan niet op de tROM-locatie). Ook is het irrelevant of de sensibilisatie is veroorzaakt door chroom-3. Bij chroom-6-blootstelling kan namelijk door reductie ook chroom-3-blootstelling plaatsvinden. Hierdoor is het niet mogelijk om bij blootstelling aan chroom-6 aan te geven of chroom-6 of chroom-3 oorzaak is van allergisch contacteczeem.
- Huidcontact is de belangrijkste route voor elicitatie van allergisch contacteczeem. Het is mogelijk dat inhalatieblootstelling ook allergisch contacteczeem kan veroorzaken bij overgevoelige mensen.
- Er wordt van uitgegaan dat ieder huidblootstellingsmoment allergisch contacteczeem kan veroorzaken, vanwege de verwachte zeer lage drempelwaarde (ordegrootte van $0,02 \mu\text{g}/\text{cm}^2$). Omdat de exacte hoogte van de drempelwaarde onbekend is, kan voor allergisch contacteczeem alleen een kwalitatieve risicobeoordeling uitgevoerd worden.

4.4.4 Risicobeoordeling voor allergisch contacteczeem

Voor de risicobeoordeling van allergisch contacteczeem is dermale blootstelling belangrijk. Om die reden is de categorie C, waar de dermale blootstelling verwaarloosbaar was, apart beoordeeld voor dit eindpunt.

4.4.4.1 Categorieën A, B en groep 6

Dermale blootstelling was mogelijk tijdens de werkzaamheden voor trajectbegeleiders en tROM-deelnemers in categorie A (directe blootstelling) en categorie B (indirecte blootstelling). Vanwege de veronderstelde zeer lage drempelwaarde van allergisch contacteczeem voor al gesensibiliseerde personen voor chroom-6 of voor chroom-3 (al dan niet gebeurd op de tROM-locatie), wordt aangenomen dat ten gevolge van huidblootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie voor bovengenoemde categorieën het waarschijnlijk is dat allergisch contacteczeem kan optreden. Het optreden van het effect is onafhankelijk van het aantal gewerkte dagen. Om die reden is het ook voor de personen in groep 6 waarschijnlijk dat allergisch contacteczeem kan optreden.

4.4.4.2 Categorie C

Trajectbegeleiders en tROM-deelnemers die bij categorie C behoren zijn wel via inhalatie blootgesteld aan chroom-6 maar hebben geen dermale blootstelling gehad aan chroom-6 via hun werkzaamheden op de tROM-locatie. Omdat overgevoelige personen allergisch contacteczeem kunnen ontwikkelen na inhalatieblootstelling, is het mogelijk dat deze personen in deze categorie allergisch contacteczeem kunnen ontwikkelen. Daarom kan niet worden geconcludeerd dat er geen verhoogd risico is, maar wordt voor deze categorie ingeschat dat het onwaarschijnlijk is dat allergisch contacteczeem kan optreden als gevolg van de chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie.

Zie Tabel 5 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 5: De waarschijnlijkheid dat allergisch contacteczeem kan optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	●●●	●●●	●●●	●●●
B	●●●	●●●	●●●	●●●
C	●	●	●	●
D	○	○	○	○
Groep 6-1	●●●			
Groep 6-2	●●●			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

4.5 Allergisch astma en rhinitis

4.5.1 *Achtergrondinformatie*

Allergisch astma en rhinitis wordt gekenmerkt, net als bij allergisch contacteczeem, door een immunologisch mechanisme met een sensibilisatie- en elicitatiefase, waarbij de gezondheidseffecten zich uiten in de luchtwegen. Bij hernieuwde blootstelling kunnen gesensibiliseerde werknemers last krijgen van allergische luchtwegklachten, zoals rhinitis (neusontsteking), rhinoconjunctivitis (ontsteking in neus en oogbindweefsel), en astma.

Waarnemingen laten zien dat als de blootstelling na sensibilisatie doorgaat al snel tientallen procenten van de gesensibiliseerde werknemers een luchtwegallergie ontwikkelen. Vanuit een conservatieve benadering kan aangenomen worden dat bij voortdurende blootstelling nagenoeg iedereen die gesensibiliseerd is uiteindelijk een luchtwegallergie ontwikkelt (Gezondheidsraad, 2008).

Ook is het mogelijk dat de klachten verergeren en chronisch worden, en niet meer verdwijnen als de blootstelling wordt beëindigd. Allergisch beroepsastma persisteert bij circa twee derde van de werkers; jaren na stopzetting van de blootstelling hebben deze personen nog astmatische klachten (Gezondheidsraad, 2008). Als een persoon eenmaal allergische luchtwegklachten heeft, kunnen die bij voortdurende blootstelling verergeren (van mild naar ernstig) en chronisch worden. Daarnaast kunnen mensen met in eerste instantie alleen symptomen van allergische rhinitis of rhinoconjunctivitis bij voortdurende blootstelling ook symptomen van astma krijgen (Gezondheidsraad, 2008).

Sensibilisatie kan optreden als gevolg van langdurende lage blootstelling evenals van kortdurende hoge blootstellingen. De gegevens zijn echter te beperkt om aan te kunnen geven in welke mate kortdurende hoge blootstellingen van invloed zijn en hoe ze de blootstelling-responsrelaties beïnvloeden (Snippe et al., 2001). Daarnaast kan sensibilisatie ontstaan na blootstelling via de luchtwegen of de huid (Kimber, 1996).

Het is aannemelijk dat een drempelwaarde kan bestaan waar beneden geen allergische sensibilisatie optreedt. Dit niveau van blootstelling is naar alle waarschijnlijkheid erg laag; er is dus in principe maar weinig blootstelling aan een allergeen nodig om een reactie op te wekken (Gezondheidsraad, 2008).

Astma (niet-allergisch én allergisch astma) komt in Nederland bij circa 15% van de volwassenen voor (ERS, 2017; To et al., 2012). Op basis van internationale evaluaties kan gesteld worden dat van deze gevallen ongeveer 15% beroepsastma (irritatief én allergisch beroepsastma) betreft (Balme et al., 2003; Johnson et al., 2000; Blanc en Toren, 2000; Tarlo et al., 2000; Karjalainen et al., 2001; Mannino, 2000; Kogevinas et al., 2007). Nederlandse gegevens over de bijdrage van astma als gevolg van beroepsmatige blootstelling op het totaal aantal astma gevallen zijn niet bekend (Gezondheidsraad, 2008).

Allergisch beroepsastma en rhinitis vereist een sensibilisatieperiode die doorgaans varieert van enkele weken tot jaren. In uitzonderlijke gevallen kan deze sensibilisatieperiode slechts enkele dagen bedragen. De maximale latentieperiode tussen blootstelling aan het allergeen en de manifestatie van klinische symptomen bij gesensibiliseerde individuen bedraagt niet meer dan 48 uur (EC, 2009).

4.5.2 *Allergisch astma en rhinitis en blootstelling aan chroom-6*

Er zijn diverse studies bij werkers gepubliceerd waarin een mogelijke relatie tussen blootstelling aan chroom-6 en ontwikkeling van allergisch astma en rhinitis wordt gerapporteerd. Dit betreft voornamelijk individuele casuïstiek voor allergisch astma (HSE, 2001; Cruz et al., 2006; Fernández-Nieto, 2006).

De diagnose chroom-6 gemedieerde allergisch astma werd bij de case reports bevestigd door specifieke inhalatie-provocatietesten met een chroom-6-verbinding. Opgemerkt wordt dat chroom-6 gesensibiliseerde personen, net als bij huidsensibilisatie, ook kunnen reageren na een inhalatieblootstelling aan een chroom-3-verbinding (SCOEL, 2004).

4.5.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van allergisch astma en rhinitis ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- De elicitatiefase is relevant voor de risicobeoordeling, omdat dan het gezondheidseffect tot uiting komt. Het is niet relevant waar de sensibilisatie plaatsvond (al dan niet op de tROM-locatie). Ook is het irrelevant of de sensibilisatie is veroorzaakt door chroom-3. Bij chroom-6-blootstelling kan door reductie namelijk ook chroom-3-blootstelling plaatsvinden.
- Allergisch astma en rhinitis kunnen optreden na inhalatieblootstelling. Naast langdurende lage blootstelling, kunnen ook kortdurende hoge blootstellingen een belangrijke rol spelen bij het ontstaan van allergisch astma en rhinitis. Huidblootstelling kan een rol spelen in de sensibilisatiefase, maar luchtwegklachten ontstaan alleen na blootstelling via inhalatie.
- Er wordt van uitgegaan dat ieder blootstellingsmoment deze effecten kan veroorzaken, vanwege de verwachte zeer lage drempelwaarde. Omdat de exacte hoogte van de drempelwaarde onbekend is, kan alleen een kwalitatieve risicobeoordeling worden uitgevoerd.

4.5.4 *Risicobeoordeling voor allergisch astma en rhinitis*

4.5.4.1 *Categorieën A, B en C*

Er was inhalatieblootstelling in categorieën A, B en C. Allergisch astma en rhinitis kunnen ontstaan na langdurende lage blootstelling evenals na kortdurende hoge inhalatieblootstellingen aan chroom-6. De drempelwaarde voor chroom-6 gerelateerd allergisch astma of allergisch rhinitis is niet bekend, echter het wordt aangenomen dat deze zeer laag is bij al gesensibiliseerde mensen ongeacht de duur van blootstelling. Omdat voor bovengenoemde categorieën ten minste één van de gestelde blootstellingscondities gelden, kan worden geconcludeerd dat het waarschijnlijk is dat allergisch astma en allergische rhinitis kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie. Dit geldt voor alle beoordeelde perioden van werkduur. De trajectbegeleiders en tROM-deelnemers zijn ook direct en/of indirect dermaal blootgesteld, echter dit is niet gekwantificeerd. Door hand-neuscontact kan deze blootstelling hebben bijgedragen aan het ontstaan van rhinitis.

4.5.4.2 *Groep 6*

De personen in scenario 1 'werkvloer technisch werk (lassen)' zijn incidenteel direct blootgesteld via inhalatie. In lijn met de risicobeoordeling voor categorie A, kan worden geconcludeerd dat het

waarschijnlijk is dat allergisch astma en allergische rhinitis kunnen optreden ook al was de blootstelling incidenteel. Voor scenario 2 'Personen incidenteel bij tROM geweest' geldt dat zij incidenteel, indirect blootgesteld zijn via de luchtwegen en huid. Aangezien de personen binnen deze groep-scenariocombinatie met een zeer lage frequentie en korte blootstellingsduur indirect zijn blootgesteld, wordt de waarschijnlijkheid tot het kunnen optreden van allergische astma en allergische rhinitis kleiner geschat dan bij de hierboven genoemde categorieën A, B en C, waarvoor wel wordt uitgegaan van een dagelijkse blootstelling. Echter, het is niet onwaarschijnlijk dat deze gezondheidseffecten kunnen optreden voor deze groep-scenariocombinatie. Om deze reden wordt het ingeschat dat het tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk in ligt dat allergisch astma en allergische rhinitis kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie voor deze groep-scenariocombinatie.

Zie Tabel 6 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 6: De waarschijnlijkheid dat allergische rhinitis en allergisch astma kunnen optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	●●●	●●●	●●●	●●●
B	●●●	●●●	●●●	●●●
C	●●●	●●●	●●●	●●●
D	○	○	○	○
Groep 6-1	●●●			
Groep 6-2	●●			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (*N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt*)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

4.6 Chronische longziekten

4.6.1 Achtergrondinformatie

Onder chronische longziekten die in verband gebracht worden met chroom-6-blootstelling wordt, binnen de context van dit rapport, het volgende verstaan: COPD, longfibrose en niet-immunologisch (irritatief) beroepsastma.

Chronisch obstructief longlijden (COPD; 'chronic obstructive pulmonary disease') wordt gekarakteriseerd door een niet-volledig reversibele en doorgaans progressieve luchtwegobstructie en is geassocieerd met chronische ontstekingsreacties in de luchtwegen in respons op inhalatie van schadelijke deeltjes of gassen. De luchtwegobstructie ontstaat als gevolg van een combinatie van een diffuse aandoening in de kleine luchtwegen en afbraak van het longparenchym (emfyseem). COPD komt in de algemene bevolking veel voor. Ongeveer 5-10% van de volwassenen (> 40 jaar) heeft COPD, waarbij de prevalentie bij mannen hoger is dan bij vrouwen al worden de verschillen kleiner. COPD heeft een

duidelijke relatie met roken. Daarnaast spelen ook luchtverontreiniging, genetische factoren en beroepsmatige blootstelling een rol. De populatie attributieve fractie voor de COPD-ziektelast welke toegeschreven kan worden aan werkgerelateerde factoren wordt geschat op 15-20% en kan voor een populatie met alleen niet-rokers zelfs oplopen tot 40% (ERS, 2017). Voor chroom-6-gemedieerde COPD wordt een maximale latentieperiode van vijf jaar genoemd (EC, 2009).

Longfibrose (overkoepelende term: interstitiële longaandoeningen) wordt gekarakteriseerd door overmatige vorming van bindweefsel in de longen. Het gevolg is minder goed functionerende longen die onvoldoende zuurstof opnemen. Ook voor longfibrose kan blootstelling aan stoffen een rol spelen bij het ontstaan van deze aandoening. Niet-immunologisch (of irritatief) beroepsastma kan ontstaan direct na eenmalige zeer hoge blootstelling (Reactive Airways Dysfunction Syndrome (RADS)). Niet-immunologisch beroepsastma kan echter ook gradueel ontstaan na herhaalde blootstelling van lagere intensiteit (Vandenplas et al., 2014).

4.6.2 *Chronische longziekten en blootstelling aan chroom-6*

Er zijn diverse studies bij werkers gepubliceerd waarin een mogelijke relatie tussen blootstelling aan chroom-6 en ontwikkeling van chronische longziekten wordt gerapporteerd. Dit betreft o.a. cohortstudies en cross-sectionele studies (o.a. werkers in de chromaatproductie, lassers, werkers in de roestvrijstaalproductie). Effecten die gezien zijn betreffen verminderde longfunctie (daling 'Forced Expiratory Volume' in één seconde, 'Forced Vital Capacity') (Sjögren en Ulfvarson, 1985), maar ook (gediagnostiseerde) COPD (Davies et al., 1991). Uit deze studies kan geen kwantitatieve drempelwaarde worden afgeleid voor chronische longziekten. In de studie van Sjögren en Ulfvarson (1985) wordt aangegeven dat luchtwegsymptomen nadrukkelijker aanwezig zijn in de blootgestelde populatie van lassers bij een blootstelling vanaf 20 µg/m³ chroom. Echter, de luchtwegsymptomen kwamen minder frequent voor en duurde minder lang dan een chronische bronchitis, waartegen de auteurs de luchtwegsymptomen afzette. Dierstudies laten eveneens zien dat schade door chroom-6-verbindingen en ontstekingsreacties, alveolaire en interstitiële pneumonitis, emfyseem en fibrose in longen kan veroorzaken (Beaver et al., 2009; Steffee en Baetjer, 1965; Adachi, 1987). Inhaleren van irriterende stoffen, waaronder chroom-6-verbindingen, wordt in verband gebracht met het ontwikkelen van niet-immunologisch (irritatief) beroepsastma (Vandenplas et al., 2014). De diagnose chroom-6 gemedieerde chronische longziekten berust voornamelijk op de arbeidsanamnese.

4.6.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van chronische longziekten ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- Chronische longziekten kunnen optreden bij frequent herhaalde inhalatieblootstelling over een langdurende periode van enkele jaren. Voor RADS geldt echter dat een eenmalige, zeer hoge blootstelling (als gevolg van een incident) een effect kan veroorzaken. Opgemerkt wordt dat de risicobeoordeling zoals hieronder beschreven gebaseerd is op de arbeidsomstandigheden zoals beschreven in paragraaf 3.1 en Bijlage A, waarbij geen rekening gehouden wordt met mogelijke incidenten.

- De verzamelde literatuur geeft onvoldoende informatie over de relatie tussen blootstelling en chronische longziekten om een kwantitatieve drempelwaarde af te kunnen leiden. Als ijkpunt voor de chroom-6-concentratie wordt een orde grootte van 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aangehouden (gebaseerd op Sjögren en Ulfvarson (1985)), waarbij mogelijk nog luchtwegsymptomen voor kunnen komen.
- De risicobeoordeling voor blootstelling aan chroom-6 voor het gezondheidseffect chronische longziekten is alleen kwalitatief uitvoerbaar.

4.6.4 *Risicobeoordeling voor chronische longziekten*

Gezien de enorme variatie in werkduur van trajectbegeleiders en tROM-deelnemers binnen het re-integratieproject tROM, is ook gekeken naar korte blootstellingsduren. Omdat ervan wordt uitgegaan dat voor het ontstaan van chronische longziekten een inhalatieblootstelling aan chroom-6 van enkele jaren nodig is, wordt geconcludeerd dat het kunnen optreden van chronische longziekten onwaarschijnlijk is bij een blootstellingsperiode korter dan een jaar. De beoordelingen hieronder betreffen een totale werkduur van een jaar of langer.

4.6.4.1 Categorie A

Trajectbegeleiders en tROM-deelnemers binnen categorie A zijn via inhalatie direct blootgesteld aan chroom-6 tijdens hun werkzaamheden (zie paragraaf 3.2 en Bijlage A). Chronische longziekten zijn mogelijk bij frequent herhaalde inhalatieblootstelling over een langdurende periode. Ondanks dat de hoogte van blootstelling (in termen van $\mu\text{g}/\text{m}^3$) niet kon worden vastgesteld, zijn er aanwijzingen uit eerdere evaluaties dat bij het verwijderen van verfrestanten zodanige luchtconcentraties kunnen ontstaan (IRAS, 2018a), die bij langdurige blootstelling in verband kunnen worden gebracht met chronische longziekten (Sjögren en Ulfvarson (1985), RIVM Rapport 2018-0053). Uitgaande van een werkduur van een jaar of langer bij tROM, wordt voor deze categorie geconcludeerd dat de blootstellingsduur zodanig lang en hoog is dat het waarschijnlijk is dat chronische longziekten kunnen optreden als gevolg van chroom-6 blootstelling op de tROM-locatie.

4.6.4.2 Categorieën B en C

Trajectbegeleiders en tROM-deelnemers binnen de categorieën B en C zijn tijdens hun werkzaamheden via inhalatie blootgesteld aan achtergrondblootstellingen, dat wil zeggen indirect en voor categorie C indirect en kortdurend (tijdens een werkdag). Bij indirecte blootstelling is het aannemelijk dat de intensiteit van de inhalatieblootstelling lager is geweest dan bij directe inhalatieblootstelling. Daarnaast kan de kortdurende indirecte inhalatieblootstelling, gezien de semi-kwantitatieve inschatting voor de dagblootstelling, als relatief laag worden bestempeld. (Immers, op de dag van de kortdurende blootstelling (categorie C) wordt de blootstelling nog lager ingeschaald dan voor achtergrondblootstelling (categorie B) als gevolg van korte aanwezigheid op de tROM-locatie op een dag). Omdat er geen kwantitatieve ijkpunten zijn voor de indirecte blootstelling en daardoor een zeer onzeker beeld bestaat van de intensiteit van de blootstelling, kan er voor deze categorieën geen uitspraak worden gedaan over de

waarschijnlijkheid dat chronische longziekten kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie.

4.6.4.3 Groep 6

Personen binnen groep 6 'Personen incidenteel bij tROM geweest' zijn in scenario's 1 en 2 via inhalatie respectievelijk direct en indirect blootgesteld aan chroom-6 tijdens hun werkzaamheden. Voor deze groep-scenariocombinaties is het niet aannemelijk dat de blootstellingsduur zodanig lang is dat chronische longziekten kunnen ontstaan. De frequentie van blootstelling is dusdanig laag (namelijk incidenteel) dat ingeschat wordt dat er tussen twee opeenvolgende blootstellingsmomenten herstel kan optreden. Geconcludeerd wordt dat het onwaarschijnlijk is dat chronische longziekten kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie voor deze scenario's binnen deze groep. Hierbij wordt opgemerkt dat het risico voor personen bij groep 6 op chronische longziekten als gevolg van de werkzaamheden op tROM heel erg klein is.

Zie Tabel 7 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 7: De waarschijnlijkheid dat chronische longziekten kunnen optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	•	•	•	•••
B	•	•	•	?
C	•	•	•	?
D	○	○	○	○
Groep 6-1	•			
Groep 6-2	•			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (*N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt*)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

4.7 Perforatie neustussenschot door chroomzweren

4.7.1 Achtergrondinformatie

Neusperforatie door chroomzweren wordt veroorzaakt door sterke of langdurige irritatie in de neus en wordt vooral gezien in het neustussenschot. Het is een lokaal effect, waarbij lokale depositie ervoor zorgt dat een zweer kan ontstaan. Het ontstaan van een chroomzweer kan al het gevolg zijn van een eenmalige depositie, echter bij regelmatige blootstelling zal een chroomzweer eerder kunnen leiden tot een neusperforatie. Neusperforaties ontstaan als gevolg van chroomzweren die onbehandeld zijn. De perforatie ontstaat uiteindelijk doordat het kraakbeen in het neustussenschot degenereert als gevolg van irritatie. In het neustussenschot zitten relatief weinig zenuwen, waardoor het mogelijk is dat het chroomzweer pijnloos is en daarom niet wordt opgemerkt. Het is onbekend of alleen chroom-6-verbindingen

met een lage pH chroomzweren en neusperforaties kunnen veroorzaken zoals chroomzuur en chroomtrioxide, of ook door andere chroomverbindingen vanwege het reactieve karakter van het chroom-6-ion.

In Lenderink en Van der Laan (2014) worden latentietijden genoemd voor de ontwikkeling van neusperforaties en chroomzweren van 22 en 30 dagen blootstelling, zonder de hoogte van blootstelling te vermelden. De 'Information notices on occupational diseases' melden een maximale latentietijd van tien jaar voor neusperforaties door pijnloze chroomzweren (EC, 2009).

4.7.2 *Perforatie neustussenschot door chroomzweren en blootstelling aan chroom-6*

In de literatuur is relatief veel geschreven over de relatie tussen chroom-6-blootstelling en neusperforaties door chroomzweren en over chroomzweren op zich. Hieronder wordt een aantal studies beschreven. Gibb et al. (2000) beschrijft een cohort van 2357 werknemers in de chroomproductie in de Verenigde Staten (1950-1974) die zijn blootgesteld aan chromaten en aan chroomtrioxide in het bijzonder. Zij rapporteren chroomzweren bij 62,9% van de cohort, na een mediane duur van 22 dagen en een mediane blootstelling van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ten tijde van eerste constatering van de effecten. Na 172 dagen (mediaan) blootstelling aan dezelfde concentratie werd er bij 17,3% van het cohort neusperforatie geconstateerd. Binnen de gehele cohort was 40% van de werknemers maar maximaal 90 dagen werkzaam. Gibb et al. stellen dat een mediane daggemiddelde blootstelling over het jaar niet informatief is voor het voorspellen van neusperforaties door chroomzweren. Lindberg en Hedenstierna (1983) beschrijven effecten bij elf medewerkers gedurende werkzaamheden in de galvano-industrie met chroomzuur. In de groep blootgesteld aan $\geq 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ chroom-6 werden 11/19 medewerkers gevonden met atrofie, ulceratie en/of perforatie in de neus. Van deze elf medewerkers wordt gesteld dat ze tijdelijk aan minimaal $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ chroom-6 hebben blootgestaan. De blootstellingsduur in relatie tot chroomzweren varieerde tussen vijf maanden en tien jaar. In de groep $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ chroom-6 werd alleen atrofie in de neus gevonden.

Lucas en Kramkowski (1975) vonden in hun onderzoek in opdracht van NIOSH (Verenigde Staten) in de galvano-industrie bij vier van de elf werknemers neusperforaties, en bij twee van de elf werknemers chroomzweren, bij een gemiddelde blootstelling (personal air sampling) van $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (range 1-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Zij waren gemiddeld negen jaar en vier maanden in dienst (range 4-16 jaar). NIOSH benadrukt dat hand-neuscontact een zeer belangrijke factor heeft kunnen spelen bij de ontwikkeling van deze effecten.

4.7.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van perforatie neustussenschot door chroomzweren ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- Het vaststellen van een drempelwaarde voor neusperforaties door chroomzweren wordt bemoeilijkt doordat de blootstelling als gevolg van hand-neuscontact een belangrijke rol kan hebben. Op basis van de hoge prevalentiecijfers in de studies van Lindberg en Hederstierna (1983) en Lucas en Kramkowski (1975) kan worden geconcludeerd dat langdurende inhalatieblootstelling

(van enkele maanden) vanaf $1 \mu\text{g}$ chroom-6/ m^3 , in combinatie met dermale blootstelling, een verhoogd risico op neusperforatie geeft.

- Gibb et al. (2000) concluderen dat kortdurende hoge blootstellingen relevanter zijn dan de daggemiddelde blootstelling.
- Regelmatige blootstelling versnelt de progressie tot perforatie van het neustussenschot door chroomzweren.

4.7.4 *Risicobeoordeling voor perforatie neustussenschot door chroomzweren* Categorieën A en B

4.7.4.1

Trajectbegeleiders en tROM-deelnemers binnen categorieën A en B zijn via inhalatie en huidcontact blootgesteld, waarbij respectievelijk directe of indirecte blootstelling plaatsvond (zie paragraaf 3.2 en Bijlage A). Inhalatieblootstelling van enkele maanden, in combinatie met dermale blootstelling geeft een verhoogd risico op neusperforatie door chroomzweren. Om die reden wordt geconcludeerd dat voor een totale duur van enkele maanden of langer het waarschijnlijk is dat neusperforatie door chroomzweren kan optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie voor deze categorieën.

Gezien de enorme variatie in werkduur binnen het re-integratieproject tROM, is voor de hier genoemde categorieën ook gekeken naar kortere blootstelduren dan enkele maanden. De hierboven genoemde uitgangspunten geven aan dat kortdurende hoge blootstelling ook relevant kan zijn. In de literatuur zijn echter geen concrete aanwijzingen te vinden dat blootstelling gedurende enkele dagen tot weken heeft geleid tot de ontwikkeling van chroomzweren naar neusperforaties, terwijl in theorie een eenmalige blootstelling voldoende kan zijn. Indien de totale duur zich beperkt tot enkele dagen of weken, wordt ingeschat dat het tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk in ligt dat neusperforatie door chroomzweren kan optreden.

4.7.4.2 Categorie C

Trajectbegeleiders en tROM-deelnemers zijn tijdens hun werkzaamheden via inhalatie kortdurend (tijdens een werkdag), indirect blootgesteld aan chroom-6 en voor deze categorie wordt de dermale blootstelling verwaarloosbaar geacht. De kortdurende indirecte inhalatieblootstelling wordt, op basis van de semi-kwantitatieve inschatting voor de dagblootstelling, als relatief laag bestempeld (op de dag van de kortdurende blootstelling wordt de blootstelling nog lager ingeschaald dan achtergrondblootstelling als gevolg van korte aanwezigheid op de tROM-locatie op een dag). Geconcludeerd wordt dat het onwaarschijnlijk is dat neusperforatie door chroomzweren kan optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie, onafhankelijk van de totale werkduur.

4.7.4.3 Groep 6

Personen binnen groep 6 'Personen incidenteel bij tROM geweest' zijn tijdens hun werkzaamheden in scenario's 1 en 2 via inhalatie en huidcontact respectievelijk direct en indirect blootgesteld aan chroom-6. Informatie met betrekking tot de exacte frequentie van aanwezigheid van deze werknemers is niet bekend, behalve dan de classificatie incidenteel. Ondanks dit feit kon de blootstelling aan relatief hoge concentraties op de dag zelf wel enkele uren zijn zoals bij categorieën A

en B. In lijn met de beoordeling voor categorie A en B, met name omdat in theorie een eenmalige hoge blootstelling het effect kan veroorzaken, is geconcludeerd dat voor groep 6 met incidentele blootstelling dat het tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk in ligt dat neusperforatie door chroomzweren kan optreden.

Zie Tabel 8 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 8: De waarschijnlijkheid dat neusperforatie door chroomzweren kan optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	●●	●●	●●●	●●●
B	●●	●●	●●●	●●●
C	●	●	●	●
D	○	○	○	○
Groep 6-1	●●			
Groep 6-2	●●			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (*N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt*)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

4.8 Effecten op de fertiliteit

4.8.1 Achtergrondinformatie

Studies naar onderliggende mechanismen voor de effecten op de fertiliteit zijn in de literatuur niet aangetroffen. De vorming van reactieve intermediairen kan mogelijk een rol spelen (Gezondheidsraad, 2016b).

4.8.2 Effecten op de fertiliteit en blootstelling aan chroom-6

De Gezondheidsraad heeft in 2016 de effecten op de voortplanting van chroom-6-verbindingen geëvalueerd en heeft een aanbeveling gedaan om chroom-6 als toxisch voor de fertiliteit te classificeren (Gezondheidsraad, 2016b).

Er zijn diverse studies bij werkers gepubliceerd waarin de relatie tussen blootstelling aan chroom-6 en effecten op de fertiliteit zijn bestudeerd. Dit betreft voornamelijk studies onder lassers. Echter, de resultaten zijn inconsistent wat betreft mogelijke effecten van chroom-6-blootstelling op de fertiliteit. Daarnaast is een belangrijke beperking van deze studies dat blootstelling aan ook andere stoffen in de lasrook zal hebben plaatsgevonden (Gezondheidsraad, 2016b). Proefdierstudies met chroom-6-blootstelling laten effecten zien op structurele en functionele fertiliteitsparameters in mannelijke en vrouwelijke dieren (rat, muis, konijn, aap). Dit betreft voornamelijk studies waarbij de orale blootstellingsroute toegepast is. Opgemerkt wordt dat er ook een aantal orale NTP-studies zijn die geen effecten op de fertiliteit laten zien (Gezondheidsraad, 2016b).

Voor de inhalatieroute is één studie gevonden, namelijk Glaser et al. (1984). Dit betreft een reproductietoxiciteitsstudie in ratten waarbij zowel

een driegeratie-experiment als een prenataal ontwikkelings-experiment uitgevoerd is. In de driegeratiestudie zijn ratten gedurende 22 uur/dag, 7 dagen/week blootgesteld aan 0 of 200 μg chroom-6/ m^3 (in de vorm van natriumchromaat) (Glaser et al., 1984). In deze studie kan via 'grooming' (likken van de eigen vacht) ook orale blootstelling zijn opgetreden. Door de 'expertgroep fertiliteit en prenatale ontwikkeling' is de kwaliteit van deze driegeratie-inhalatiestudie als goed beoordeeld en de resultaten zijn in voldoende detail beschreven. In deze studie zijn geen algemene toxicologische effecten waargenomen in de oudergeneratie, behalve een afname in serum-immunoglobulineniveaus, en een verhoogd relatief longgewicht over alle generaties. Daarnaast zijn in geen van de generaties in deze studie effecten als gevolg van chroom-6-blootstelling gezien op reproductieparameters, inclusief aantal zwangerschappen, implantaties en foetussen (Glaser et al., 1984). De enig geteste concentratie van 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ is daarom beschouwd als een 'no-observed-adverse-effect-concentration' (NOAEC) voor effecten op de fertiliteit (Gezondheidsraad, 2016b).

Het feit dat in studies met orale blootstelling wel effecten op de fertiliteit zijn waargenomen kan mogelijk worden verklaard doordat de opgenomen dagelijkse dosis in die orale studies hoger was dan in de studie met inhalatieblootstelling (zie tabel 1 in Gezondheidsraad, 2016b). Uit de epidemiologische studies kan niet worden afgeleid of chroom-6 effecten op de fertiliteit bij de mens kan veroorzaken. Dit kan een gevolg zijn van het feit dat chroom-6 dit effect niet bij de mens kan veroorzaken of dat de blootstelling in de epidemiologische studies te laag is geweest om dit effect te veroorzaken. In een bijeenkomst met de 'expertgroep fertiliteit en prenatale ontwikkeling' werd vastgesteld dat de Gezondheidsraad in 2016 heeft geconcludeerd dat chroom-6-verbindingen effecten kunnen veroorzaken op de fertiliteit, welke als relevant voor de mens beschouwd wordt (Gezondheidsraad, 2016b). Daarom wordt ook voor effecten op de fertiliteit beoordeeld of chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie tot dit effect kan hebben geleid.

4.8.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van effecten op de fertiliteit ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- Effecten op de fertiliteit kunnen optreden na systemische blootstelling van man of vrouw, dat wil zeggen na opname in het lichaam via orale, dermale en/of inhalatieblootstelling. Deze effecten kunnen optreden bij herhaalde blootstelling, maar het is onbekend wat het minimaal aantal blootstellingsdagen is om deze effecten tot uitdrukking te laten komen.
- Inhalatie is de belangrijkste route van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie voor effecten op de fertiliteit, daarom heeft het de voorkeur voor de risicobeoordeling uit te gaan van een studie met inhalatieblootstelling. Op basis van de verzamelde literatuur kan een NOAEC van 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ afgeleid worden (Glaser et al., 1984). Deze concentratie is de enig geteste concentratie zodat 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ een onderschatting van de 'werkelijke NOAEC' kan zijn. Ook kan worden opgemerkt dat deze NOAEC gebaseerd is op een studie met een bijna continu blootstellingspatroon, te weten 22 uur/dag, 7 dagen per week (totaal 154 uur/week), terwijl het blootstellingspatroon voor de werkplek in het algemeen beperkt blijft tot 8 uur/dag en 5 dagen per week (totaal 40 uur per week). Blootstelling op de werkplek is korter

van duur en kent dagelijks en gedurende het gehele weekend perioden zonder blootstelling die mogelijkheid tot herstel bieden. De NOAEC van 200 µg/m³ kan daarom als een 'worstcase'-schatting beschouwd worden.

- Vanwege verschillen in het blootstellingspatroon en omdat effecten op de fertiliteit optreden na opname in het lichaam, is de totale, dagelijks in het lichaam opgenomen dosis gekozen als dosismaat voor de risicobeoordeling.
- Opgemerkt wordt dat het RAC-ECHA in 2015 een 'derived no-effect level' (DNEL) voor inhalatieblootstelling voor de werker heeft afgeleid voor effecten op de fertiliteit (43 µg/m³). Deze DNEL is gebaseerd op een orale studie waarbij route-naar-route extrapolatie toegepast is (ECHA, 2015). De inhalatiestudie van Glaser et al. (1984) is niet door het RAC-ECHA meegenomen maar de NOAEC uit deze studie vormt vanwege de inhalatoire blootstellingsroute, een beter uitgangspunt voor de risicobeoordeling voor de tROM-locatie dan de op orale studies gebaseerde DNEL.

4.8.4 *Risicobeoordeling voor effecten op de fertiliteit*

4.8.4.1 Categorieën A en B

Inhalatieblootstelling was mogelijk voor de categorieën A en B. Daarnaast zijn trajectbegeleiders en tROM-deelnemers behorende bij A en B dermaal (direct/indirect) en oraal (indirect) blootgesteld, echter dit is niet gekwantificeerd. Effecten op de fertiliteit zijn mogelijk bij herhaalde blootstelling, maar het is onbekend wat het minimaal aantal blootstellingsdagen is om deze effecten tot uitdrukking te laten komen. Op basis van dierexperimenteel werk op het gebied van effecten op de fertiliteit kan geen exacte grens worden bepaald en is er onzekerheid of de minimale duur in de range van enkele weken of maanden zou liggen. Ook zijn er geen ijkpunten voor de blootstelling en daarmee ontstaat een zeer onzeker beeld van de blootstelling. Hier kan niet worden vastgesteld of de drempelwaarde voor effecten op de fertiliteit wel of niet is overschreden. Daarom kan er geen uitspraak worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat effecten op de fertiliteit kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie bij blootstellingsduren van enkele weken of langer. Voor blootstellingsduren die zich beperken tot enkele dagen is het, gezien de vereiste herhaalde blootstelling tot het veroorzaken van effecten op de fertiliteit, onwaarschijnlijk dat de effecten kunnen optreden.

4.8.4.2 Categorie C

Inhalatieblootstelling was mogelijk, al was de blootstelling indirect en kortdurend op de werkdag. Dermale blootstelling was verwaarloosbaar en orale blootstelling kan alleen via secundaire ingestie plaatsvinden. Ondanks dat er geen ijkpunten zijn voor de hoogte van de blootstelling voor categorie C is de inschatting dat vanwege de kortdurende blootstelling op een dag de systemische blootstelling relatief laag zal zijn, ook bij herhaalde blootstellingen voor een jaar of langer. Verder is de geschatte drempelwaarde relatief hoog, waardoor de conclusie getrokken kan worden dat het onwaarschijnlijk is dat effecten op de fertiliteit kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie.

4.8.4.3 Groep 6

Incidentele inhalatieblootstelling (direct/indirect) was mogelijk binnen groep 6. De frequentie van blootstelling is dusdanig laag (mogelijk eenmalig) dat ingeschat wordt dat het onwaarschijnlijk is dat effecten op de fertiliteit kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie.

Zie Tabel 9 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 9: De waarschijnlijkheid dat effecten op de fertiliteit kunnen optreden als gevolg van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	•	?	?	?
B	•	?	?	?
C	•	•	•	•
D	○	○	○	○
Groep 6-1	•			
Groep 6-2	•			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

4.9 Effecten op de prenatale ontwikkeling

4.9.1 Achtergrondinformatie

Studies naar onderliggende mechanismen voor de effecten op de prenatale ontwikkeling zijn in de literatuur niet aangetroffen. De vorming van reactieve intermediairen kan mogelijk een rol spelen (Gezondheidsraad, 2016b).

4.9.2 Effecten op de prenatale ontwikkeling en blootstelling aan chroom-6

Evenals voor fertiliteit heeft de Gezondheidsraad in 2016 de effecten op de voortplanting van chroom-6-verbindingen geëvalueerd en heeft een aanbeveling gedaan om chroom-6 als toxisch voor de prenatale ontwikkeling te classificeren (Gezondheidsraad, 2016b).

Er zijn enkele studies bij werkers gepubliceerd waarin de mogelijke relatie tussen blootstelling aan chroom-6 en effecten op de prenatale ontwikkeling zijn bestudeerd. Eén studie laat een verhoogd risico op miskraam zien, echter, in deze studie is de chroom-6-blootstelling niet gekwantificeerd en zal blootstelling aan andere stoffen in lasrook hebben plaatsgevonden (Gezondheidsraad, 2016b).

Proefdierstudies met chroom-6-blootstelling laten effecten zien op de prenatale ontwikkeling zoals verhoogd aantal resorpties, pre- en postimplantatieverlies, verlaagd aantal pups per nest, verlaagd foetaal gewicht en lengte, vertraagde ossificatie en malformaties (rat, muis, hamster). Dit betreft voornamelijk studies waarbij via de orale blootstellingsroute is gedoseerd. Opgemerkt wordt dat er ook een aantal

orale NTP-studies zijn die geen duidelijke effecten op de prenatale ontwikkeling laten zien (Gezondheidsraad, 2016b).

Voor de inhalatieroute is één studie gevonden, namelijk Glaser et al. (1984). Dit betreft een reproductietoxiciteitsstudie in ratten waarbij zowel een driegeratie-experiment als een prenataal ontwikkelings-experiment uitgevoerd is. In de prenatale ontwikkelingsstudie zijn ratten gedurende 22 uur/dag, 7 dagen/week blootgesteld aan 0, 50, 100 of 200 μg chroom-6/ m^3 (in de vorm van natriumdichromaat) gedurende dag 1-21 van de zwangerschap (Glaser et al., 1984). In deze studie kan via 'grooming' (likken van de eigen vacht) ook orale blootstelling zijn opgetreden. Door de 'expertgroep fertiliteit en prenatale ontwikkeling' is de kwaliteit van deze prenatale ontwikkelingsstudie als goed beoordeeld en de resultaten zijn in voldoende detail beschreven. Deze studie laat nauwelijks algemene toxicologische effecten zien van chroom-6-blootstelling op de moederdieren, behalve een toename in relatieve orgaangewichten (met name de longen) en hyperplasie in de longen. Daarnaast zijn in deze studie geen effecten als gevolg van chroom-6-blootstelling gezien op de prenatale ontwikkeling (Glaser et al., 1984). De hoogst geteste concentratie van 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ is daarom beschouwd als een NOAEC voor effecten op de prenatale ontwikkeling (Gezondheidsraad, 2016b).

De studie van Glaser et al. (1984) omvatte ook een driegeratiestudie (beschreven in paragraaf 4.8.2) met een blootstellingsconcentratie van 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ onder dezelfde blootstellingscondities. In dat experiment is ook in een deel van de dieren gekeken naar de prenatale ontwikkeling; er werden geen aanwijzingen voor prenatale ontwikkelingseffecten gevonden.

Het feit dat in studies met orale blootstelling wel effecten op de prenatale ontwikkeling zijn waargenomen kan mogelijk worden verklaard doordat de opgenomen dagelijkse dosis in die orale studies hoger was dan in de studie met inhalatieblootstelling (zie tabel 16 in Gezondheidsraad, 2016b).

Uit de epidemiologische studies kan niet worden afgeleid of chroom-6 effecten op de prenatale ontwikkeling bij de mens kan veroorzaken. Dit kan een gevolg zijn van het feit dat chroom-6 dit effect niet bij de mens kan veroorzaken of dat de blootstelling in de epidemiologische studies te laag is geweest om dit effect te veroorzaken. In een bijeenkomst met de 'expertgroep fertiliteit en prenatale ontwikkeling' werd vastgesteld dat de Gezondheidsraad in 2016 heeft geconcludeerd dat chroom-6-verbindingen effecten kunnen veroorzaken op de prenatale ontwikkeling, welke als relevant voor de mens beschouwd wordt (Gezondheidsraad, 2016b). Daarom wordt ook beoordeeld of chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie kan hebben geleid tot effecten op de prenatale ontwikkeling.

4.9.3 *Uitgangspunten voor risicobeoordeling van effecten op de prenatale ontwikkeling ten gevolge van blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie*

- Effecten op de prenatale ontwikkeling kunnen optreden na systemische blootstelling van de vrouw, dat wil zeggen na opname in het lichaam via orale, dermale en/of inhalatieblootstelling. Deze effecten kunnen optreden bij herhaalde blootstelling binnen het 'critical window' (tijdens de zwangerschap). Het is mogelijk dat een eenmalige blootstelling

tijdens de zwangerschap al effecten op de prenatale ontwikkeling kan veroorzaken.

- In de beoordeling worden de effecten van blootstelling van de vrouwelijke werknemer aan chroom-6 op de prenatale ontwikkeling meegenomen.
- Inhalatie is de belangrijkste route van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie voor effecten op de prenatale ontwikkeling, daarom heeft het de voorkeur voor de risicobeoordeling uit te gaan van een studie met inhalatieblootstelling. Op basis van de verzamelde literatuur kan een NOAEC van 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ afgeleid worden. Deze concentratie is de hoogst geteste concentratie zodat 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ een onderschatting van de 'werkelijke NOAEC' kan zijn. Ook kan worden opgemerkt dat deze NOAEC gebaseerd is op een studie met een bijna continu blootstellingspatroon, te weten 22 uur/dag, 7 dagen per week, dagelijks gedurende de gehele zwangerschap. Deze NOAEC kan daarom als 'worstcase' beschouwd worden.
- Om dezelfde redenen als voor effecten op de fertiliteit, wordt de ingeademde dagelijkse dosis (0,3 mg/kg lichaamsgewicht in de rattenstudie³ en 0,003 mg/kg voor de werknemer) als dosismaat gebruikt voor de risicobeoordeling.
- Opgemerkt wordt dat het RAC-ECHA in 2015 een DNEL voor inhalatieblootstelling voor de werker heeft afgeleid voor effecten op de prenatale ontwikkeling (85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Voor deze DNEL is gebruik gemaakt van een orale studie waarbij route-naar-route extrapolatie toegepast is (ECHA, 2015). De inhalatiestudie van Glaser et al. (1984) is niet door het RAC meegenomen, maar de NOAEC uit deze studie vormt vanwege de inhalatoire blootstellingsroute, een beter uitgangspunt voor de risicobeoordeling voor de tROM-locatie dan de op orale studies gebaseerde DNEL.

4.9.4 *Risicobeoordeling voor effecten op de prenatale ontwikkeling*

4.9.4.1 *Categorieën A, B en groep 6*

Inhalatieblootstelling was mogelijk voor de categorieën A en B. Daarnaast zijn trajectbegeleiders en tROM-deelnemers behorende bij A en B dermaal (direct/indirect) en oraal (indirect) blootgesteld, echter dit is niet gekwantificeerd. Effecten op de prenatale ontwikkeling kunnen optreden bij herhaalde blootstelling binnen het 'critical window' (tijdens de zwangerschap). Het is mogelijk dat een eenmalige blootstelling binnen het 'critical window' al effecten op de prenatale ontwikkeling kan veroorzaken. Hier kan niet worden vastgesteld of de drempelwaarde voor effecten op de prenatale ontwikkeling wel of niet is overschreden. Daarom kan er geen uitspraak worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat effecten op de prenatale ontwikkeling kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie. Deze conclusie geldt voor alle blootstellingsduren.

³ Opgemerkt wordt dat deze ingeademde dagelijkse dosis in het rapport van de Gezondheidsraad (2016b) een 'equivalent oral dose' wordt genoemd, omdat het daarin wordt gebruikt om de externe inhalatoire dosis te vergelijken met externe orale doses in orale studies.

4.9.4.2 Categorie C

Inhalatieblootstelling was mogelijk, al was de blootstelling indirect en kortdurend op de werkdag. Dermale blootstelling was verwaarloosbaar en orale blootstelling kan alleen via secundaire ingestie plaatsvinden. Ondanks dat er geen kwantitatieve ijkpunten zijn voor de hoogte van de blootstelling voor categorie C is de inschatting dat vanwege de kortdurende blootstelling op een dag de systemische blootstelling relatief laag zal zijn, ook bij herhaalde blootstellingen gedurende een jaar of langer. Verder is de geschatte drempelwaarde voor effecten op de prenatale ontwikkeling relatief hoog, waardoor de conclusie getrokken kan worden dat het onwaarschijnlijk is dat effecten op de prenatale ontwikkeling kunnen optreden als gevolg van chroom-6-blootstelling op de tROM-locatie.

Zie Tabel 10 voor een overzicht van de inschaling van dit gezondheidseffect.

Tabel 10: De waarschijnlijkheid dat effecten op de prenatale ontwikkeling kunnen optreden als gevolg van blootstelling bij vrouwen aan chroom-6 op de tROM-locatie.

Categorie	Dagen	Weken	Maanden	Een jaar of langer
A	?	?	?	?
B	?	?	?	?
C	•	•	•	•
D	○	○	○	○
Groep 6-1	?			
Groep 6-2	?			

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (*N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt*)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan *geen uitspraak* worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden

5 Discussie en conclusies

5.1 Algemeen

De huidige risicobeoordeling richtte zich op het beantwoorden van de primaire onderzoeksvraag:

'Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?'

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is een stapsgewijze aanpak gevolgd waarbij de volgende vragen zijn gesteld:

1. Welke gezondheidseffecten kan blootstelling aan chroom-6 veroorzaken?
2. Wat is de blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie geweest?
3. Kan de blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie gezondheidseffecten veroorzaken?
4. Indien blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie een gezondheidseffect kan veroorzaken, in welke mate kan dat gezondheidseffect dan tot uitdrukking zijn gekomen?

Vraag 1 is al gepubliceerd (RIVM Rapporten 2018-0053 en 2018-0166), en vraag 2 is in een separaat deelonderzoek beantwoord (IRAS, 2018b). Vragen 3 en 4 zijn onderwerp van het huidige onderzoek. Vanwege de grote variatie in het aantal gewerkte dagen en in de werkzaamheden konden geen specifieke groepen van tROM-deelnemers met een gelijk blootstellingsscenario worden gedefinieerd. In feite was dus sprake van een grote heterogene groep. Het was daarom niet mogelijk om een volledig op de blootstellingssituatie op de tROM-locatie afgestemde risicobeoordeling te maken. Voor beantwoording van de derde vraag is gekozen om per gezondheidseffect voor elk van de onderscheiden werkscenario's (de groep-scenariocombinaties) een risicobeoordeling voor verschillende blootstellingsduren te doen. Deze kunnen worden gebruikt als indicaties van de risico's op gezondheidseffecten op de tROM-locatie.

Naast de grote variatie in werkduur en werkzaamheden was het gebrek aan kwantitatieve gegevens over de blootstelling enerzijds en kwantitatieve gegevens over de relatie tussen chroom-6-blootstelling en het ontstaan van de gezondheidseffecten anderzijds, een reden dat vraag 4 niet beantwoord kon worden. De mate (ernst of incidentie) waarin een gezondheidseffect tot uitdrukking komt, kon dus niet bepaald worden met de huidige gegevens.

5.2 Discussie van de risicobeoordeling binnen het re-integratieproject tROM

Beoordeeld is of blootstelling aan chroom-6 tijdens werkzaamheden op de tROM-locatie gezondheidseffecten kan hebben veroorzaakt. Met welke gezondheidseffecten een causale relatie bestaat met chroom-6-blootstelling, is in een separaat onderzoek vastgesteld op basis van informatie uit epidemiologisch onderzoek en dierexperimentele

toxiciteitsstudies. De blootstellingsomstandigheden waaronder deze informatie werd verkregen sloten echter niet altijd goed aan bij de situatie op de tROM-locatie, waardoor een direct vergelijk met informatie uit de literatuur niet mogelijk was. In hoeverre blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie de relevante gezondheidseffecten kan hebben veroorzaakt, hangt af van de specifieke blootstellingscondities: route van blootstelling, blootstellingsintensiteit (concentratie of dosis), -frequentie en -duur (aantal dagen). Voor de tROM-deelnemers van het re-integratieproject tROM konden geen van deze condities goed in kaart worden gebracht.

5.2.1

Variatie in werkduur

Vanuit cliëntendossiers is zicht gekregen op het aantal dagen dat men heeft gewerkt bij tROM. tROM-deelnemers konden dagelijks wisselen van werkzaamheden of juist niet aanwezig zijn op de tROM-locatie. Een tROM-deelnemer kan bijvoorbeeld één of meer dagen werkzaam zijn geweest binnen een scenario in categorie A (directe blootstelling door werkzaamheden aan de treinen), vervolgens bijvoorbeeld een periode in categorie C (kortdurende blootstelling aan de achtergrond, omdat de persoon even in de treinloods moest zijn) en daarna weer in categorie A. Ook kwam het voor dat tROM-deelnemers gedurende meerdere perioden aan het project hebben deelgenomen en in de tussenliggende periode activiteiten buiten de tROM-locatie hebben uitgevoerd waarbij geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden. Bij een voldoende lange tussenperiode van lage of geen blootstelling aan chroom-6 kan de eventuele door chroom-6 veroorzaakte gezondheidsschade weer (deels) zijn hersteld. Hiermee is in hoofdstuk 4 bij de risicobeoordeling van de scenario's (categorieën) geen rekening gehouden en is uitgegaan van aaneengesloten, achtereenvolgende blootstellingsdagen. Zolang werkzaamheden in verschillende scenario's binnen eenzelfde categorie zijn ingedeeld, kunnen deze werkzaamheden samengevoegd worden voor een risicobeoordeling.

Het aantal dagen dat deelgenomen is aan het re-integratieproject tROM kent een grote variatie. De mediaan voor het aantal werkdagen dat tROM-deelnemers aan het project hebben deelgenomen is 30 netto werkdagen. Rekening houdend met een aantal uitvaldagen (feestdagen, ziekte, etc.) kan worden gesteld dat ongeveer de helft van de tROM-deelnemers een blootstellingsduur kent van ongeveer twee maanden of minder. Voor 10% van de tROM-deelnemers is de blootstellingsduur 144 werkdagen (ongeveer 8-10 maanden) of langer, met een maximum van 515 werkdagen (ongeveer twee jaar). Van de trajectbegeleiders heeft ongeveer de helft een jaar of korter aan het project deelgenomen; 10% van deze groep heeft 90 maanden of langer deelgenomen. Om zo veel mogelijk situaties te omvatten is gekozen om een risicobeoordeling te maken voor oplopende blootstellingsduren per categorie (enkele dagen, weken, maanden, een jaar of langer). Dit betekent dat voor met name de tROM-deelnemers de risicobeoordeling voor de kortere werkduren het meest relevant kunnen zijn.

De epidemiologische en toxicologische informatie maken het niet mogelijk om concrete afkapgrenzen vast te stellen voor een minimale blootstellingsduur in combinatie met een drempelwaarde (bijvoorbeeld kortdurende hoge blootstelling of langdurige lage blootstelling). Daarom is bewust gekozen voor termen als 'enkele' dagen, weken, maanden en

een jaar of langer. Voor een beoordeling van de risico's is, op basis van de ervaring en de deskundigheid van de onderzoekers en betrokken experts, ingeschat op welke wijze een gezondheidseffect afhankelijk is van de wijze van blootstelling.

5.2.2 *Interpretatie van de conclusies*

De risicobeoordeling heeft in twee stappen plaatsgevonden. De eerste stap was vaststellen of blootstelling aan chroom-6 plaatsvond tijdens het uitvoeren van werkzaamheden in een scenario. Indien geen of verwaarloosbare blootstelling aan chroom-6 plaatsvond is er geen verhoogd risico op een door chroom-6 veroorzaakt relevant gezondheidseffect. Deze scenario's zijn in categorie D ingedeeld, aangevuld met een scenario uit groep 6.

Indien blootstelling plaatsvond tijdens werkzaamheden in een scenario, is de conclusie dat in het betreffende scenario blootstelling aan chroom-6 een relevant gezondheidseffect **kan** hebben veroorzaakt. Het daadwerkelijk ontstaan van een relevant gezondheidseffect wordt waarschijnlijker naarmate blootstelling aan chroom-6 hoger is geweest en/of langer heeft geduurd. Daarom is aan de hand van de kwalitatieve blootstellingsinformatie voor scenario's in categorie A, B en C en voor twee scenario's van groep 6 beoordeeld of het onwaarschijnlijk of waarschijnlijk is, of daar tussen in, dat een gezondheidseffect kan optreden (zie Figuur 1). Dit is beoordeeld voor verschillende blootstellingsduren (dagen, weken, maanden, een jaar of langer). De beoordeling in waarschijnlijkheid is niet gekoppeld aan de ernst van een gezondheidseffect of aan de incidentie. Hoewel de beoordeling in waarschijnlijkheid voor verschillende blootstellingsduren gelijk kan zijn, zal in het algemeen de ernst van een gezondheidseffect en/of de incidentie (aantal personen met een gezondheidseffect) toenemen met toenemende blootstellingsduur. Bijvoorbeeld voor de drie typen kanker zal de incidentie naar verwachting toenemen bij langer durende blootstelling. Voor gezondheidseffecten waarvoor een drempelwaarde geldt (chronische longziekten, effecten op de fertiliteit) zal de ernst en incidentie toenemen met toenemende blootstellingsduur. Voor gezondheidseffecten die al bij een eenmalige blootstelling kunnen optreden (allergisch contacteczeem, effecten op de prenatale ontwikkeling) zal de kans dat dat effect optreedt toenemen bij herhaalde blootstelling. Ook kan dan de ernst van het effect toenemen en zal een mogelijk herstel van een gezondheidseffect worden belemmerd.

In Tabel 11 wordt een samenvatting gegeven van de conclusies van de risicobeoordeling; de conclusies voor de relevante gezondheidseffecten worden in de volgende paragraaf toegelicht.

5.2.3 *Discussie per relevant gezondheidseffect*

Voor longkanker, neus/neusbijholtekanker en maagkanker is aangenomen dat er geen veilige drempelwaarde kan worden afgeleid. Dit houdt in dat iedere blootstelling aan chroom-6, hoe gering ook, een tumor kan induceren. Het risico op kanker door blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie is als zeer klein ingeschat bij een blootstellingsduur van een paar dagen, maar neemt (lineair) toe met het aantal blootstellingsdagen bij een vaste blootstellingsintensiteit. Het lineair toenemen van de kans op kanker is voor neus/neusbijholtekanker en voor maagkanker minder

zeker, omdat hierbij ook dermale (hand-neuscontact bij neus/neusbijholtekanker) of orale blootstelling (hand-mondcontact bij maagkanker) een rol spelen. Het risico op kanker neemt als gevolg van een toenemende blootstellingsintensiteit toe van scenario's in categorie C tot scenario's in categorie A. De kans op longkanker als gevolg van chroom-6-blootstelling wordt in het algemeen hoger geschat dan die op neus/neusbijholtekanker en op maagkanker. Wel wordt gesteld dat indien blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden, het ontstaan van neus/neusbijholtekanker kan worden toegeschreven aan deze blootstelling.

Hoewel voor longkanker een dosis-responsrelatie voor inhalatieblootstelling aan chroom-6 bekend is, kon deze informatie niet in het huidige onderzoek worden toegepast; hiervoor ontbrak kwantitatieve blootstellingsinformatie. Naast inhalatieblootstelling bleek ook een andere blootstellingroute van belang voor het ontstaan van maagkanker (oraal via hand-mondcontact en secundaire ingestie) en neus/neusbijholtekanker (dermaal via hand-neuscontact). In welke mate de verschillende routes aan een effect kunnen bijdragen is niet bekend, hetgeen het afleiden van een dosis-responsrelatie voor deze typen kanker bemoeilijkt. Er kan worden opgemerkt dat deze routes in epidemiologische studies bij werkers impliciet in meer of mindere mate kunnen zijn meegenomen, maar in hoeverre de arbeidssituaties in die studies representatief zijn voor de omstandigheden op de tROM-locatie kan niet worden aangegeven.

Voor maagkanker bestaat er een verdenking dat chroom-6-blootstelling het kan veroorzaken. In de risicobeoordeling in het huidige rapport is ervan uitgegaan dat een causale relatie aanwezig is; de conclusies voor maagkanker dienen echter wel met enige mate van terughoudendheid te worden geïnterpreteerd.

Voor het ontstaan van allergisch contacteczeem is met name de dermale blootstelling aan chroom-6 van belang. Aan het ontstaan van allergische rhinitis kan ook huidblootstelling aan chroom-6, via hand-neuscontact, bijdragen. Voor allergisch contacteczeem en allergisch astma en rhinitis is het mechanisme in grote lijnen bekend, maar deze is niet specifiek voor chroom-6. Omdat de onderzoeksvraag zich richt op de vraag of een gezondheidseffect kan ontstaan, ligt de focus op de elicitatiefase (activatie van het immuunsysteem). Hierbij maakt het dus niet uit of iemand door het werken op de tROM-locatie of buiten het werk een chroomallergie heeft opgelopen. Dit laatste is mogelijk, omdat chroomallergie ook door blootstelling aan consumentenproducten kan ontstaan, zeker voor chroomgerelateerd allergisch contacteczeem wat een redelijk hoge prevalentie heeft in Europa (3%) (Thyssen et al., 2009), maar is voor allergisch astma en rhinitis lastig te onderbouwen vanwege een gebrek aan gegevens. Voor elicitatie is bekend dat de drempelwaarden lager zijn dan voor inductie; dit geldt ook voor chroom-6 maar de drempelwaarde is niet te kwantificeren. Omdat de drempelwaarde als zeer laag wordt ingeschat, is een risico aanwezig in alle scenario's waarbij huidcontact optreedt. Allergisch contacteczeem kan ontstaan bij een eenmalige blootstelling. Wel kan de ernst van het eczeem toenemen bij herhaalde blootstelling. Voor scenario's in categorie C geldt dat huidblootstelling verwaarloosbaar is en dat het daardoor onwaarschijnlijk is dat allergisch contacteczeem kan optreden. Het kan echter wel dat inhalatieblootstelling,

in afwezigheid van dermale blootstelling, tot eczeem kan leiden bij overgevoelige personen, hoewel dit gezien de aard van de inhalatieblootstelling dus als onwaarschijnlijk wordt ingeschat. Voor alle scenario's waarbij inhalatieblootstelling aan chroom-6 aanwezig is kan allergisch astma en rhinitis ontstaan bij eenmalige inhalatieblootstelling; de blootstellingsduur is voor de elicitatie minder belangrijk.

Voor het ontstaan van chronische longziekten is langdurende inhalatieblootstelling aan chroom-6 noodzakelijk. Bij een blootstellingsduur korter dan een jaar wordt het ontstaan hiervan als onwaarschijnlijk ingeschat. Hoewel voor het ontstaan van chronische longziekten een drempelwaarde wordt verondersteld kan deze niet worden afgeleid voor de blootstellingscondities op de tROM-locatie. Het afleiden van een drempelwaarde voor chronische longziekten wordt extra bemoeilijkt door het feit dat dit een verzamelnaam is voor verschillende longziekten. De epidemiologische en toxicologische informatie over chronische longziekten en chroom-6-blootstelling is te beperkt om onderscheid te kunnen maken naar specifieke chronische longziekten. Voor scenario's in categorie A wordt het als waarschijnlijk ingeschat dat inhalatieblootstelling chronische longziekten kan veroorzaken bij blootstelling gedurende een jaar of langer. Het ontstaan van chronische longziekten voor scenario's in categorie B en C is mogelijk, maar de blootstellingsintensiteit in deze scenario's is lager. Omdat kwantitatieve informatie over de blootstelling ontbreekt, kan geen uitspraak worden gedaan over de waarschijnlijkheid.

Perforatie van het neustussenschot door chroomzweren kan optreden bij inhalatieblootstelling tijdens de scenario's in categorie A en B; dermale blootstelling en hand-neuscontact kan daartoe bijdragen. Dit gezondheidseffect kan optreden als gevolg van kortdurende blootstelling van één of enkele dagen; het ontstaan wordt waarschijnlijker met toenemende blootstellingsduur. Voor scenario's in categorie C wordt het optreden van neusperforaties als onwaarschijnlijk ingeschat, ongeacht de blootstellingsduur, mede omdat in deze scenario's dermale blootstelling verwaarloosbaar is.

Voor effecten op de fertiliteit wordt ingeschat dat dit gezondheidseffect kan ontstaan bij herhaalde inhalatieblootstelling aan chroom-6; bij een blootstellingsperiode van enkele dagen wordt dit echter als onwaarschijnlijk ingeschat. Voor scenario's in categorie C is de dagelijkse blootstelling dermate gering dat het als onwaarschijnlijk wordt ingeschat dat de blootstelling aan chroom-6 effecten op de fertiliteit kan veroorzaken, ongeacht de duur van blootstelling. De blootstellingsintensiteit voor scenario's in categorie A en B is hoger dan voor categorie C, maar vanwege het ontbreken van kwantitatieve blootstellingsgegevens kan geen uitspraak worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat effecten op de fertiliteit kunnen optreden in deze scenario's.

Effecten op de prenatale ontwikkeling kunnen in principe optreden bij een eenmalige blootstelling aan chroom-6. Voor alle scenario's in categorie C wordt dit wel als onwaarschijnlijk ingeschat vanwege de aard van de inhalatieblootstelling (kortdurende, indirecte blootstelling). Vanwege het ontbreken van kwantitatieve blootstellingsgegevens kan geen uitspraak worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat dit effect kan optreden in de scenario's in categorie A en B en in groep 6.

Tabel 11: Waarschijnlijkheid dat blootstelling aan chroom-6 op de tROM-locatie gezondheidseffecten kan veroorzaken

Gezondheidseffect	Blootstelling aan chroom-6 bij tROM			
	Direct	Indirect		Geen
	Categorie A: Mogelijk directe blootstelling	Categorie B: Aannemelijke achtergrondblootstelling	Categorie C: Mogelijk kortdurende achtergrondblootstelling	Categorie D: Verwaarloosbaar geachte blootstelling
longkanker	●●●	●●●	●●●	○
neuskanker en neusbijholtekanker	●●●	●●●	●●●	○
maagkanker	●●●	●●●	●●●	○
chroom-6-gerelateerd allergisch contacteczeem	●●●	●●●	●	○
chroom-6-gerelateerd allergisch astma en rhinitis	●●●	●●● ^{a)}	●●●	○
chronische longziekten	< 1 jaar: ● een jaar of langer: ●●●	< 1 jaar: ● een jaar of langer: ?	< 1 jaar: ● een jaar of langer: ?	○
perforatie neustussenschot door chroomzweren	dagen/weken: ●● maanden/een jaar of langer: ●●●	dagen/weken: ●● maanden/een jaar of langer: ●●●	●	○
effecten op vruchtbaarheid	dagen: ● weken/maanden/ een jaar of langer: ?	dagen: ● weken/maanden/ een jaar of langer: ?	●	○
effecten op ontwikkeling van de ongeboren vrucht	?	?	●	○

Legenda:

Hoe waarschijnlijk is het dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM de relevante gezondheidseffecten kan veroorzaken?

- Waarschijnlijk (N.B. zegt niets over de ernst van een gezondheidseffect of over de kans dat een individu het gezondheidseffect krijgt)
- Tussen waarschijnlijk en onwaarschijnlijk
- Onwaarschijnlijk
- Kan niet optreden omdat geen blootstelling aan chroom-6 heeft plaatsgevonden
- ? Er kan geen uitspraak worden gedaan over de waarschijnlijkheid dat een gezondheidseffect kan optreden
- ^{a)} ●● voor personen die incidenteel bij tROM zijn geweest (groep 6 scenario 2)

5.3 Slotconclusies

In het huidige onderzoek is alleen naar de risico's gekeken van blootstelling aan chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM. Uit deelonderzoek 'Blootstelling aan chroom-6 bij het project tROM 2004-2010' (IRAS, 2018b) blijkt dat ook blootstelling aan andere gevaarlijke stoffen plaats heeft kunnen vinden. Deze blootstellingen zijn niet in kaart gebracht. Enkele gevaarlijke stoffen, zoals oplosmiddelen, lasrook, en (hout)stof, worden ook in verband gebracht met een aantal van de relevante gezondheidseffecten voor chroom-6, maar kunnen daarnaast ook andere gezondheidsklachten hebben veroorzaakt. Dit is in het huidige onderzoek niet onderzocht en derhalve betreft dit onderzoek geen volledige beoordeling van de arbeidssituatie op de tROM-locatie.

De risico's op de relevante gezondheidseffecten in relatie tot chroom-6-blootstelling zijn kwalitatief beoordeeld omdat relevante informatie ontbrak. Voor sommige gezondheidseffecten ontbrak informatie over een kwantitatieve dosis-responsrelatie, voor andere gezondheidseffecten ontbrak informatie over de hoogte van een drempelwaarde. Voor alle gezondheidseffecten gold dat kwantitatieve blootstellingsinformatie over chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM ontbrak. Voor longkanker en voor effecten op de fertiliteit en prenatale ontwikkeling zou, indien betrouwbare kwantitatieve blootstellingsinformatie beschikbaar is, een kwantitatieve risicobeoordeling kunnen worden uitgevoerd. Voor de andere relevante gezondheidseffecten waarvoor geen kwantitatieve dosis-responsrelatie of drempelwaarde beschikbaar is, zou betrouwbare kwantitatieve blootstellingsinformatie hebben geleid tot een duiding van de gezondheidsrisico's voor die situaties waarvoor nu geen uitspraak gedaan kon worden. Dit geldt voor de verschillende tijdsduren van blootstelling die zijn beoordeeld. Echter, de tROM-deelnemers vormden een heterogene groep met variërende werkzaamheden en werkduren. Daarom is het niet mogelijk om schattingen te geven van de kans dat effecten in de populatie van tROM-deelnemers of in een individu kunnen optreden, ook al zou er kwantitatieve blootstellingsinformatie zijn.

Voor gezondheidseffecten zonder drempelwaarde (de drie typen kanker) speelt de hoogte en duur van blootstelling een rol voor een inschatting van het risico, maar niet voor de inschatting of de blootstelling het effect kan veroorzaken. Dit is anders voor de drempelwaarde-effecten. Hierbij wordt de waarschijnlijkheid van het kunnen optreden van effecten wel sterk bepaald door de hoogte en/of duur van blootstelling omdat de blootstelling een minimale omvang moet hebben bereikt voordat gezondheidseffecten zullen optreden. Voor een aantal relevante gezondheidseffecten spelen ook moeilijk kwantificeerbare blootstellingsroutes (namelijk de dermale en orale route) een onbekende, maar mogelijk belangrijke rol. Om deze reden, is de expert judgement van de onderzoekers en expertgroep bepalend geweest voor de uitkomsten van de risicobeoordeling.

In dit onderzoek is beoordeeld of het mogelijk is dat de blootstelling aan chroom-6 op de locatie van het re-integratieproject tROM een relevant gezondheidseffect kan veroorzaken. Geconcludeerd kan worden dat, afhankelijk van de uitgevoerde werkzaamheden, trajectbegeleiders, tROM-deelnemers en personeel dat incidenteel aanwezig was, zijn

blootgesteld aan chroom-6 onder blootstellingsomstandigheden die relevante gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. Sommige gezondheidseffecten kunnen ook al optreden na een relatief korte blootstellingsduur.

Omdat de tROM-deelnemers geen vast takenpakket hadden is in de risicobeoordeling uitgegaan van groep-scenariocombinaties die vervolgens zijn gegroepeerd in vier categorieën; één groep is apart beoordeeld vanwege het incidentele karakter van de blootstelling. Deze gekozen aanpak van de risicobeoordeling was op basis van de beschikbare blootstellingsinformatie de enige mogelijke aanpak om de onderzoeksvraag te beantwoorden, maar vormt tevens een beperking voor de toepasbaarheid van de uitkomsten. Omdat tROM-deelnemers zowel binnen eenzelfde categorie als tussen categorieën verschillende werkzaamheden konden verrichten, zal per persoon vastgesteld moeten worden volgens welk(e) scenario('s) is gewerkt. Indien mogelijk, kan op basis van het aantal gewerkte dagen per categorie, vervolgens een indicatie worden verkregen hoe waarschijnlijk het is dat de betreffende persoon een risico kent op een relevant gezondheidseffect als gevolg van chroom-6-blootstelling. Uiteraard zal vervolgens een volledige arbeidsanamnese moeten worden afgenomen en kan men niet alleen uitgaan van de hier gepresenteerde risicobeoordeling. Handvatten voor individuele beoordelingen zijn aangereikt in de rapportage 'Gezondheidseffecten en risicobeoordeling van blootstelling aan chroom-6 op de POMS-locaties van Defensie' (zie bijlage C van het RIVM Rapport 2018-0053).

6 Dankwoord

De onderzoekers willen de volgende personen danken voor hun bijdrage aan de totstandkoming van deze rapportage:

- De deelnemers aan de expertgroep voor hun waardevolle bijdrage tijdens het proces van de risicobeoordeling (Bijlage B).
- De leden van de klankbordgroep 'Gezondheidsonderzoek werkzaamheden met chroom-6 voor tROM Tilburg'.
- De deelonderzoekers van de diverse werkpakketten binnen het onderzoek 'Gezondheidsonderzoek werkzaamheden met chroom-6 voor tROM Tilburg'.

7 Referenties

Adachi S (1987). Effects of chromium compounds on the respiratory system. 5. Long-term inhalation of chromic acid mist in electroplating by C57BL female mice and recapitulation of our experimental studies. [Zoals gerapporteerd door ATSDR (2012); article in Japanese. Only abstract available]. *Sangyo Igaku* 29 (1), 17-33.

ATSDR (2012). Toxicological profile for chromium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

Balmes J, Becklake M, Blanc P, Henneberger P, Kreiss K, Mapp C e.a. (2003). American Thoracic Society Statement: Occupational contribution to the burden of airway disease. *Am J Respir Crit Care Med* 167(5): 787-797.

Basketter DA, Jefferies D, Safford BJ, Gilmour NJ, Jowsey IR, McFadden J, Chansinghakul W, Duangdeeden I and Kullavanijaya P (2006). The impact of exposure variables on the induction of skin sensitization. *Contact Dermatitis* 55, 178–185.

Beaumont JJ, Sedman RM, Reynolds SD, et al. (2008). Cancer mortality in a Chinese population exposed to hexavalent chromium in drinking water. (Comment in: *Epidemiology* 19(1):1-2, *Epidemiology* 19(1):24-26). *Epidemiology* 19(1):12-23.

Beaver LM, Stemmy EJ, Schwartz AM, Damsker JM, Constant SL, Ceryak SM, Patierno SR (2009). Lung inflammation, injury, and proloferative response after repetitive particulate hexavalent chromium exposure. *Environmental Health Perspectives* 117 (12), 1896-1902.

Blanc PD, Toren K (2000). How much adult asthma can be attributed to occupational factors? *Am J Med* 107, 580-587.

Cruz MJ, Costa R, Marquilles E, Morell F, Muñoz X (2006). Occupational Asthma Caused by Chromium and Nickel. *Arch Bronconeumol.* 42(6), 302-6.

Davies JM, Easton DF, Bidstrup PL (1991). Mortality from respiratory cancer and other causes in United Kingdom chromate production workers. *British Journal of Industrial Medicine* 48, 299-313.

EC (2009). Information notices on occupational diseases: a guide to diagnosis. European Commission. Directorate-General for Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, F4 unit, Luxembourg.

ECB (2005). EU Risk Assessment Report: chromium trioxide, sodium chromate, sodium dichromate, ammonium dichromate, potassium dichromate.

ECHA (2013). Application for authorization: Establishing a reference dose response relationship for carcinogenicity of hexavalent chromium. Risk Assessment Committee (RAC), European Chemicals Agency (ECHA). Helsinki. RAC/27/2013/06 Rev. 1 (Agreed at RAC-27).

ECHA (2015). Application for authorisation: addressing the intrinsic property 'toxic for reproduction' of the Cr(VI) compounds listed in Annex XIV except for lead chromate. RAC/35/2015/09. Risk Assessment Committee (RAC), European Chemicals Agency (ECHA), Helsinki, Finland.

ERS (2017). European Respiratory Society. European Lung White Book. <https://www.erswhitebook.org/> Website geraadpleegd d.d. 14-11-2017.

Ezendam J, Vermeulen J, van Loveren H (2010). Effects of prolonged exposure to skin sensitizers in concentrations below the EC3 value. Implications for quantitative risk assessment. Letter report 340300005/2010. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, Nederland.

Fernández-Nieto M, Quirce S, Carnés J, Sastre J (2006). Occupational asthma due to chromium and nickel salts. *Int Arch Occup Environ Health* 79, 483–486.

Gezondheidsraad (2008). Preventie van werkgerelateerde luchtwegallergieën. Advieswaarden en periodieke screening. Den Haag: Gezondheidsraad, 2008; publicatienr. 2008/03. <https://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/200803.pdf>

Gezondheidsraad (2016a). Chroom VI-verbindingen. Beoordeling van de carcinogeniteit. Den Haag: Gezondheidsraad, 2016; publicatienr. 2016/13. https://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/201613-chroom_vi-verbindingen.pdf

Gezondheidsraad (2016b). Chromium VI compounds. Evaluation of the effects on reproduction, recommendation for classification. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2016; publication no. 2016/04. [https://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/201604_chromium_v i_compounds.pdf](https://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/201604_chromium_vi_compounds.pdf)

Gibb HJ, Lees PSJ, Pinsky PF, et al. (2000). Clinical findings of irritation among chromium chemical production workers. *Am J Ind Med* 38:127-131.

Glaser U, Hochrainer D, Kloppel H, Kordel W, Kuhnen H (1984). [Inhalation studies with Wistar rats and pathophysiological effects of chromium.] Berlin, Federal Environment Agency, 156 pp. (Report D-1 UFOPLAN FTE 10606007/2) (in German).

HSE (2001). Asthmagen? Critical assessments of the evidence for agents implicated in occupational asthma. First published 1997, reprinted with amendments 1998, 2001. Health and Safety Executive, UK.

HSE (2012). The burden of occupational cancer in Great Britain. Stomach cancer. Prepared by the Institute of Environment and Health, the Institute of Occupational Medicine and Imperial College London for the Health and Safety Executive 2012.

IARC (2012). A review of human carcinogens. Arsenic, metals, fibres, and dusts. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

IKNL (2017). Integraal Kankercentrum Nederland. www.cijfersoverkanker.nl; Website geraadpleegd d.d. 7 november 2017.

IRAS (2018a). Eindrapport WP4 Blootstelling; Blootstelling aan chroom-6 op de NL-POMS-sites 1984-2006.

IRAS (2018b). Blootstelling aan chroom-6 bij het project tROM 2004-2010.

Johnson AR, Dimich-Ward HD, Manfreda J, Becklake MR, Ernst P, Sears MR, Bowie DM, Sweet L, Chan-Yeung M (2000). Occupational Asthma in Adults in Six Canadian Communities. *Am J Respir Crit Care Med* 162, 2058-2062.

Karjalainen A, Kurpa K, Martikainen R, Klauka T, Karjalainen J (2001). Work is related to a substantial portion of adult-onset asthma incidence in the Finnish population. *Am J Respir Crit Care Med* 164, 565-568.

Kimber I (1996). The role of the skin in the development of chemical respiratory hypersensitivity. *Toxicology Letters* 86 (2-3) 89-92.

Kimber, I et al. (2002). Allergic contact dermatitis. *International Immunopharmacology* 2(2-3): p. 201-211.

Kogevinas M, Zock JP, Jarvis D, et al (2007). Exposure to substances in the workplace and new-onset asthma: an international prospective population-based study (ECRHS-II). *Lancet* 370, 336-341.

Lenderink en Van der Laan (2014). Gezondheidsschade door blootstelling aan zeswaardig chroom in de werksituatie. Nederlands Centrum voor Beroepsziekten, Coronel Instituut, AMC/Universiteit van Amsterdam. Rapport 14-17.

Lindberg E, Hedenstierna G. (1983). Chrome plating: Symptoms, findings in the upper airways, and effects on lung function. *Arch Environ Health* 38: 367-374.

Lucas JB, Kramkowski RS. (1975). Health hazard evaluation determination report number 74-87-221. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health.

Luippold R S, K A Mundt, R P Austin, E Liebig, J Panko, C Crump, K Crump, D Proctor (2003). Lung cancer mortality among chromate production workers. *Occup Environ Med* 2003;60: 451-457.

Mannino DM (2000). How much asthma is occupationally related? *Occup Med* 15, 359–368.

Nadler and Zurbenko (2014). Estimating Cancer Latency Times Using a Weibull Model. *Advances in Epidemiology*. Volume 2014, Article ID 746769, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/746769>.

NCVB (2010). Sterfte door werk in Nederland. Verkennend onderzoek in het kader van Workers Memorial Day. Themapublicatie Nederlands Centrum voor Beroepsziekten. G. van der Laan, T. Pal, G. Zweerman, K. Nieuwenhuizen, T. Brand, H. Stinis.
<https://www.beroepsziekten.nl/sites/default/files/documents/Sterfte-door-werk-in-Nederland-2010-Rapport-Inleiding-H1-en-2.pdf>

Nethercott J, Paustenbach D, Adams R, et al. (1994). A study of chromium induced allergic contact dermatitis with 54 volunteers: Implications for environmental risk assessment. *Occup Environ Med* 51: 371-380.

Newhouse ML. (1963). A cause of chromate dermatitis among assemblers in an automobile factory. *Br J Ind Med* 20:199-203.

NIOSH (2013). Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Hexavalent Chromium. Contract No.: DHHS (NIOSH) Publication No. 2013-128.

Ogawa M, Nakajima Y, Endo Y (2007). Four cases of chemical burns thought to be caused by exposure to chromic acid mist. *Journal of occupational health* 49(5):402-4.

Rushton L, Hutchings S, Brown T (2008). The burden of cancer at work: estimation as the first step to prevention. *Occup Environ Med* 65(12): 789-800.

RIVM Rapport 2018-0053 (2018). Gezondheidseffecten en risicobeoordeling van blootstelling aan chroom-6 op de POMS-locaties van Defensie.

RIVM Rapport 2018-0164 (2018). Chroom-6 bij het re-integratieproject tROM: gezondheidsrisico's en verantwoordelijkheden - Bevindingen uit het onderzoek op hoofdlijnen

RIVM Rapport 2018-0166 (2018). Nadelige gezondheidseffecten en ziekten veroorzaakt door chroom-6.
Indeling in categorieën van causaliteit in relatie tot chroom-6-blootstelling

SCOEL (2004). Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits: Risk assessment for Hexavalent Chromium. SCOEL/SUM/86, December 2004.

Seidler A, Jahnichen S, Hegewald J, Fishta A, Krug O, Ruter L e.a. (2013). Systematic review and quantification of respiratory cancer risk for occupational exposure to hexavalent chromium. *Int Arch Occup Environ Health* 86(8): 943-955.

Shelnutt SR, Goad P, Belsito DV (2007). Dermatological toxicity of hexavalent chromium. *Critical reviews in toxicology* 37(5): 375-87.

Sjögren B, Ulfvarson U (1985). Respiratory symptoms and pulmonary function among welders working with aluminum, stainless steel and railroad tracks. *Scand J Work Environ Health* 11, 27-32.

Snippe RJ, Gijbbers JHJ, Van Drooge HL, Preller EA (2001). Chemische allergenen in Nederland. Een onderzoek naar de blootstelling aan diisocyanaten en zuuranhydriden in Nederland. Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Den Haag.

Steffee CH, Baetjer AM (1965). Histopathologic effects of chromate chemicals. Reports of studies in rabbits, guinea pigs, rats and mice. *Arch Environ Health* 11, 66-75.

Tarlo SM, Leung K, Broder I, Silverman F, Holness DL (2000). Asthmatic subjects symptomatically worse at work: prevalence and characterization among a general asthma clinic population. *Chest* 118, 1309-1314.

Thyssen JP, Jensen P, Carlsen BC, Engkilde K, Menne T and Johansen JD (2009). The prevalence of chromium allergy in Denmark is currently increasing as a result of leather exposure. *BJD British Journal of Dermatology* 161: 1288-1293.

To T, Stanojevic S, Moores G, Gershon AS, Bateman ED, Cruz AA, Boulet LP (2012). Global asthma prevalence in adults: findings from the cross-sectional world health survey. *BMC Public Health* 12:204.

Vandenplas O, Wisniewska M, Raulf M, de Blay F, van Wijk RG, Moscato G, Nemery B, Pala G, Quirce S, Sastre J, Schlünssen V, Sigsgaard, Siracusa A, Tarlo SM, van Kampen V, Zock JP, Walusiak-Skorupa J (2014). *Allergy* 69, 1141-1153.

Welling R, Beaumont JJ, Petersen SJ, Alexeeff GV, Steinmaus C (2015). Chromium VI and stomach cancer: a meta-analysis of the current epidemiological evidence. *Occupational and environmental medicine* 72: 151-9.

Zhang J, Li X. (1987). Chromium pollution of soil and water in Jinzhou. *J Chinese Prev Med* 21: 262-264.

8 Bijlage A: Selectie van de uitgangswaarden van de blootstelling ten behoeve van de risicobeoordeling van chroom-6

Onderzoek tROM Tilburg Inhoud afstemmingsdocument WP4 – WP6 Versie 18 oktober 2018

Het afstemmingsdocument dient als duiding van de resultaten uit deelrapportage 'Blootstelling aan chroom-6 bij het project tROM (2004-2010)' voor deelrapportage 'Risicobeoordeling van blootstelling aan chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM'.

WP4 onderscheidt zes groepen personen, te weten:

- 1: Trajectbegeleiders en Management tROM (4 scenario's)
- 2: tROM-deelnemers en medewerkers Gemeente administratie (2 scenario's)
- 3: tROM-deelnemers catering (inclusief schoonmaken; 2 scenario's)
- 4: tROM-deelnemers gewerkt aan treinen (12 scenario's)
- 5: tROM-deelnemers niet gewerkt aan treinen (2 scenario's)
- 6: Personen met incidentele aanwezigheid bij tROM (medewerkers NedTrain, gemeente Tilburg, Nederlands Spoorwegmuseum; 3 scenario's)

Voor alle groepen zijn scenario's voor werkdagen (dagscenario's) uitgewerkt op basis van **realistische** takenpakketten, zoals die tijdens een werkdag kunnen hebben plaatsgevonden, gebaseerd op informatie uit interviews en beschikbaar gestelde documenten. In de scenario's zijn de volgende voor chroom-6-blootstelling relevante aspecten meegenomen: taken, zoals schuren met de hand of machinaal, op andere wijze verwijderen van verf, plamuren, (de)monteren en verven, het gebruik van beheersmaatregelen en persoonlijke adembeschermingsmiddelen.

De schattingen van de blootstelling voor de onderscheiden groepen en scenario's staan in Tabel A1 samengevat. Hierbij dienen de volgende punten in acht te worden genomen:

- De schatting van de blootstelling aan chroom-6 is kwalitatief voor de inhalatoire, dermale en orale route, maar is voor de inhalatieblootstelling ook semi-kwantitatief geschat, resulterend in een meer gedetailleerde rangschikking van de groepen en beoordeelde scenario's.
- De blootstelling gedurende een werkdag is geschat op basis van realistische scenario's voor een dagbesteding. Dit in tegenstelling tot de eerder uitgevoerde semi-kwantitatieve schattingen op de POMS-locaties waar het een jaar gemiddelde blootstelling betrof.
- De semi-kwantitatieve schatting van de inhalatieblootstelling is uitgevoerd voor zowel de situatie waarbij technische beheersmaatregelen zijn gebruikt en persoonlijke ademhalingsbeschermingsmiddelen worden gedragen, als voor de situatie waarin de beheersmaatregelen en beschermingsmiddelen niet

werden gebruikt. Dit heeft geleid tot een minimale en maximale schatting van de inhalatieblootstelling.

- Het ijken van de geschatte semi-kwantitatieve blootstelling aan chroom-6 is niet mogelijk door het ontbreken van meetgegevens bij het re-integratieproject tROM.
- Op basis van het gehalte chroom-6 in monsters van de verflagen van bij tROM behandelde treinen, en meetgegevens verzameld bij schuurwerkzaamheden bij de NSM, is alleen een grove schatting van mogelijke blootstellingsniveaus aan chroom-6 in de ademzone van tROM-medewerkers te maken.
- Gedurende de gehele periode (2004-2010) is blootstelling aan chroom-6 in de treinloods mogelijk geweest, daar vrijwel continu treinen in behandeling zijn geweest. Het is onwaarschijnlijk dat gedurende die jaren volledig blootstellingsvrije perioden zijn geweest.
- De verdeling van de werkzaamheden tussen de tROM-deelnemers vond plaats op basis van het aanbod van werkzaamheden en hun voorkeuren en vaardigheden; daar is niets in het algemeen over te zeggen. Het is niet bekend wie wanneer wat deed en gedurende hoeveel dagen. tROM-deelnemers wisselden niet alleen tussen scenario's binnen een groep, maar ook tussen groepen. Zo kon bijvoorbeeld een tROM-deelnemer gedurende zijn deelname aan het re-integratieproject tROM werkzaamheden verrichten binnen de groep 'gewerkt aan treinen' maar ook binnen de groep 'niet gewerkt aan treinen'.

Tabel A1: Beoordeling van de blootstelling aan chroom-6

Groep	Scenario	Inhalatoir ¹			Dermaal ²	Oraal ³
		Aard	Min ⁴	Max ⁵	Aard	Aard
1. Trajectbegeleiders en management tROM	1: machinaal schuren + instructie, gesprekken en voordoen werkzaamheden op de werkvloer	A	0,02	1,24	A	A
	2: instructie, gesprekken en voordoen werkzaamheden bij de treinen maar ook kantoorwerkzaamheden	A	0,01	0,71	A	A
	3: kantoorwerkzaamheden maar ook instructie, gesprekken en voordoen werkzaamheden bij de treinen	A	0,004	0,29	A	A
	4: alleen kantoorwerkzaamheden	D	0,000	0,000	C	B
2. tROM-deelnemers en Gemeentewerkers administratie	1: kantoor + presentie nagaan	C	0,002	0,002	C	B
	2: alleen kantoorwerkzaamheden	D	0,000	0,000	C	B
3. tROM-deelnemers catering	1: catering/schoonmaken + lunch-bestellingen	C	0,01	0,01	C	B
	2: alleen catering/schoonmaken	D	0,000	0,000	C	B
4. tROM-deelnemers gewerkt aan treinen	1: schuren machinaal + vegen + perslucht	A	0,20	3,14	A	A
	2: schuren machinaal + vegen	A	0,12	2,34	A	A
	3: schuren machinaal/handmatig + vegen + perslucht	A	0,22	2,13	A	A
	4: schuren machinaal/handmatig + vegen	A	0,15	1,34	A	A
	5: krabben en trilhamer + vegen	A	0,16	0,84	A	A
	6: krabben + vegen	A	0,16	0,84	A	A
	7: stralen	A	0,13	1,14	A	A
	8: plamuren/schuren/plamuren + vegen + perslucht	A	0,18	0,96	A	A
	9: plamuren/schuren/plamuren + vegen	A	0,10	0,16	A	A
	10: (de)montage	B	0,09	0,09	B	A
	11: verven	B	0,09	0,09	B	A
	12: afplakken	B	0,09	0,09	B	A

Groep	Scenario	Inhalatoir ¹			Dermaal ²	Oraal ³
		Aard	Min ⁴	Max ⁵	Aard	Aard
5. tROM-deelnemers niet gewerkt aan treinen	1: andere werkzaamheden in treinloods	B	0,08	0,08	B	A
	2: andere werkzaamheden niet in treinloods	C	0,002	0,002	C	B
6. Personen incidenteel bij tROM geweest	1: werkvloer technisch werk (lassen)	A	0,03	0,31	B	A
	2: werkvloer inspectie en bezoek	B	0,03	0,03	B	A/B
	3: alleen kantoor	D	0,000	0,000	C	B

¹ **Inhalatoir:** A. Mogelijk directe inhalatoire blootstelling tijdens een werkdag; B. Aannemelijke inhalatoire achtergrondblootstelling tijdens een werkdag (indirecte blootstelling); C. Mogelijk kortdurende inhalatoire achtergrondblootstelling tijdens een werkdag (indirecte blootstelling); D. Verwaarloosbare blootstelling tijdens een werkdag.

² **Dermaal:** A. Mogelijk directe huidblootstelling als gevolg van eigen activiteiten; B. Mogelijk indirecte huidblootstelling door contact met vervuilde oppervlakten; C. Verwaarloosbare huidblootstelling.

³ **Oraal:** A. Mogelijk orale blootstelling door hand-mondcontact; B. Verwaarloosbare orale blootstelling door hand-mondcontact;

⁴ **Min:** minimale blootstelling met blootstellingverlagend effect van beheersmaatregelen en persoonlijke adembescherming;

⁵ **Max:** maximale blootstelling zonder beheersmaatregelen en persoonlijke adembescherming

De chroom-6 gehalten in de monsters van de verflagen van de bij tROM behandelde treinen verzameld in 2016 varieerden van < 5 mg/kg tot 9.780 met een mediaan van 759 mg/kg. Drie bemonsterde treinen zijn niet daadwerkelijk bij tROM behandeld (andere exemplaren uit dezelfde series). Als deze drie treinen buiten beschouwing worden gelaten, bedraagt het mediane gehalte chroom-6 400 mg/kg. In vergelijking met de veegmonsters van de POMS-sites van voor 1999 was dit een ordegrrootte hoger (mediaan 54 mg/kg).

In maart-april 2017 zijn in de buitenlucht metingen uitgevoerd bij het (gesimuleerd) machinaal slijpen en schuren van een rangeer locomotief van ProRail (O&K MB 9 N 26620 genaamd 'Herma') (ref RAH16.0087 in IRAS, 2018b). Bij deze trein uit 1967 zijn tegelijkertijd materieelmonster genomen en zijn vier persoonlijke metingen en acht stationaire metingen uitgevoerd. Vier materieelmonsters lieten gehalten chroom-6 zien tussen 1470 en 5620 mg/kg (mediaan 3240 mg/kg). Hoger dan wat we in de behandelde treinen van tROM zien (mediaan 400 mg/kg), maar vergelijkbaar met de materieelmonsters van de niet-behandelde treinen (mediaan 4450 mg/kg). In een monster van de zwarte verf aan de zijkant van de 'Herma' werd geen chroom-6 aangetoond (< 40 mg/kg). De persoonlijke stofmetingen waren zeer hoog en varieerden van 4,4 tot 52,2 mg/m³ (mediaan 19,0 mg/m³). De chroom-6-concentraties in deze monsters varieerden van 13,7 tot 52,1 µg/m³ (mediaan 21,9 µg/m³). De stationaire metingen lieten veel lagere mediane concentraties zien van 0,9 mg/m³ en 0,7 µg/m³ voor respectievelijk inhaleerbare stof en chroom-6. Het mediane chroom-6-gehalte van de twaalf persoonlijke en stationaire stofmetingen bedroeg 2500 mg/kg, wat overeenkomt met het gehalte in de materieelmonsters van de 'Herma' (mediaan 3240 mg/kg).

Het valt op basis hiervan af te leiden dat dagblootstellingen variërend van 0,2 µg/m³ (op basis van mediane gehalte chroom-6 in monsters van treinen) tot 100 µg/m³ (hoogst gemeten gehalte chroom-6 in monsters van treinen) mogelijk moeten zijn geweest bij direct blootgestelde tROM-deelnemers.

Deze 'kwantitatieve' schatting is echter een zeer grove benadering van een worstcasesituatie, waarbij geen rekening is gehouden met het gebruik van persoonlijke ademhalingsbescherming. Bovendien zijn de verfmonsters van de behandelde treinen niet direct vergelijkbaar met inhaleerbare stof in de ademzone van de blootgestelde personen.

Naast informatie over de blootstelling per dag is uit verschillende bronnen informatie beschikbaar over de werkduur van medewerkers van de gemeente Tilburg en van de tROM-deelnemers.

De gemeente Tilburg heeft voor elke betrokkene van het re-integratieproject tROM een 'cliëntendossier' samengesteld. Hierin staat informatie over onder meer aanwezigheid en uitgevoerde werkzaamheden. In totaal is informatie beschikbaar van 786 tROM-deelnemers en 19 medewerkers van de gemeente. Aanvullende informatie is te halen uit de kwartaalrapportages.

In verband met de grote variatie in aanwezigheid en het feit dat sommige tROM-deelnemers in niet-aaneengesloten perioden bij tROM werkten, is voor de 786 tROM-deelnemers het netto aantal gewerkte dagen bij tROM berekend. Dit betreft de periode van inschrijving bij tROM, met aftrek van vrije dagen, verlof, ziekte-dagen en andere vormen

van afwezigheid. Het netto aantal dagen varieerde van één dag tot 515 dagen, met een mediaan van 30 dagen en een 90-percentiel van 144 dagen. Het is niet bekend welke werkzaamheden (scenario's) deze personen precies hebben uitgevoerd en hoe lang. De informatie in de cliëntendossiers maakt het daarom niet mogelijk om specifieke blootstellingsduren per groep-scenariocombinatie af te leiden. Wel bleek uit de gesprekken dat in ieder geval enkele oud-tROM-deelnemers weken tot maanden achter elkaar (machinaal) hebben geschuurd. De plaatsingsduur van tROM-deelnemers op basis van de kwartaalrapportages laten behoorlijke verschillen in plaatsingsduur zien tussen personen, alsook fluctuaties over de jaren: 22-45 weken in 2004, 7-11 weken in 2005, 4-20 weken in 2007 en een gemiddelde duur van 22 weken in 2008. Vanaf dat moment lijken de langere plaatsingen (> 9 maanden) toe te nemen evenals het aantal personen dat weer terugkeerde bij tROM. Het 90-percentiel op basis van de cliëntendossiers van 144 dagen komt neer op circa 28 weken. Dat is mogelijk een overschatting voor de jaren 2005-2007 afgaande op de kwartaalverslagen.

Van 19 (oud-)medewerkers van de gemeente is bekend of ze trajectbegeleider of bijvoorbeeld administratief medewerker waren. Daarnaast is bekend dat enkele medewerkers van de gemeente incidenteel bij tROM zijn geweest o.a. voor ICT-ondersteuning. De duur van aanstelling bij tROM van deze groep varieerde van minder dan een maand tot bijna negen jaar (104 maanden). De mediaan was twaalf maanden en het 90-percentiel was 90 maanden. Let op: deze aanstellingsperioden zijn groter dan de periode waarvoor de blootstelling is bepaald.

De blootstelling van de trajectbegeleiders is sterk afhankelijk geweest van de aard van de werkzaamheden op de verschillende dagen. Hoewel er voor deze groep vier dagscenario's zijn uitgewerkt worden op basis van de interviews scenario's 2 en 3 relevant geacht voor het merendeel van de werkdagen. De zes geïnterviewde trajectbegeleiders rapporteerden een tijdsduur voor verblijf in de treinloods van 2-6 uur per dag. Het daadwerkelijk schuren gebeurde 1-2 uur per dag (onder andere tijdens instructie van nieuwe tROM-deelnemers). Verder gaven twee trajectbegeleiders aan te hebben meegewerkt aan trainen om een deadline te halen (eenmaal gedurende een avond en eenmaal gedurende een week).

9 Bijlage B: Samenstelling expertgroep

Expertgroep risicobeoordeling

- Dr. Teake Pal (klinisch arbeidsgeneeskundige)
- Dr. Jos Rooijackers (longarts, NKAL)
- Ir. Ine Waalkens-Berendsen (reproductietoxicoloog)
- Dr. Theo Vermeire (risicobeoordelaar/toxicoloog, RIVM)

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag